Mecánica del automóvil

AGUSTÍN RIÚ

Ingeniero Electromecánico
(Escuela Superior de Mecánica y Electricidad, París)
Radio Ingeniero
(Escuela Superior de Electricidad, París)
Fundador y Director del Instituto Riú, Barcelona

Mecánica del automóvil



Ediciones Mundo Técnico
Buenos Aires

Sexta edición 1979

OBRA TECNICO DIDACTICA

Impreso en la Argentina
Printed in Argentina

Este libro se terminó de imprimir
en el mes de octubre de 1979,
en los Talleres Gráficos LITODAR
Brasil 3215, Buenos Aires

La edición consta de 2.000 ejemplares.

PROLOGO

La industria automotriz, en la cual trabajan actualmente decenas de millones de personas, tanto en la construcción como en el mantenimeinto de los automóviles que transitan por todo el mundo, ofrece innumerables oportunidades a toda persona que penetre en la esfera de los conocimientos básicos de esta industria, tanto desde el punto de vista técnico como práctico, conocimientos que se describen en esta **Enciclopedia del Automóvil.**

Este libro, que trata toda la parte mecánica del automóvil, desde el embrague hasta el diferencial, complementa la obra **El Motor del Automóvil** que, juntos, describen detalladamente todo el complejo mecánico del automóvil, comprendiendo todos los dispositivos y equipos complementarios más modernos de la técnica automotriz americana y europea.

La parte eléctrica está tratada totalmente en los otros dos libros, **Sistemas Eléctricos del Automóvil** y **Electrónica del Automóvil**, describiendo este último las aplicaciones de la Electrónica al Automovilismo. Es importante destacar que las cuatro obras mencionadas, escritas por el mismo autor, están estructuradas de tal forma que, en conjunto, forman una sola obra, completándose las explicaciones de cada libro con las de los otros, de forma que quien los estudia, aprende integralmente el Automóvil y todos sus mecanismos.

Merece una mención especial la gran profusión de dibujos que ilustran estas cuatro obras, verdadero complemento del texto y, asimismo, que todas las explicaciones y ejemplos numéricos están resueltos utilizando solamente las cuatro reglas fundamentales de la Aritmética.

Agradezco la valiosa cooperación, amplia y amistosa, de las fábricas radicadas en la Argentina, que me han facilitado información técnica de avanzada; figuras y descripciones que han

enriquecido estos libros. A los directivos de información técnica de las compañías: Fiat, Ika Renault, Mercedes Benz, Robert Bosch, Peugeot, Citroën y otras firmas, muchas gracias por su magnífica colaboración.

Amigo lector: Si con el estudio de esta Enciclopedia aprende buena parte de los conocimientos que he procurado explicar, en la forma más sencilla y clara que me ha sido posible, sabrá cómo está construido, cómo funciona y cuáles son las causas de que deje de funcionar, esta maravillosa máquina denominada Automóvil.

Agustín Riú

Capítulo I

CONCEPTOS GENERALES

Los automóviles tienen, como órgano principal, un motor térmico que es el que produce la energía mecánica necesaria para el desplazamiento del coche y además, la que requieren los diversos aparatos y dispositivos necesarios para el funcionamiento del vehículo. Todo este conjunto está montado sobre un armazón metálico, denominado chasis, el cual se coloca sobre dos pares de ruedas, delanteras y traseras.

Podría parecer, a simple vista, que el funcionamiento y conducción de un automóvil sea de una simplicidad extraordinaria, bastando acoplar convenientemente el eje del motor a explosión a las ruedas motrices para que el coche se desplace según nuestros deseos. Pero, no es así debido a diversos inconvenientes, siendo principalmente el motor el causante de todo ello, como veremos seguidamente.

1º) El motor a explosión no puede ponerse en marcha por sí mismo, como los motores eléctricos. Es necesario aplicarle una fuerza exterior que haga girar su eje varias vueltas para que se produzcan los cuatro períodos de su funcionamiento y se ponga en marcha. Este esfuerzo exterior puede aplicársele por medio de una manivela (a mano), o con un motorcito eléctrico auxiliar, denominado motor de arranque, que sólo se utiliza para este fin.

2º) A los motores a explosión no se les puede aplicar (diríamos, de golpe), toda la carga, o esfuerzo, que tiene que vencer. Es necesario irla aplicando en forma progresiva. En el caso de los automóviles esto obliga a que deban ponerse en movimiento de a poco, aumentando

la velocidad por etapas hasta que el coche adquiera la marcha deseada.

Estas y otras dificultades que iremos tratando oportunamente, obligaron a la creación de diversos mecanismos interpuestos entre el eje del motor térmico y las ruedas motrices. De todo esto ha resultado que los automóviles modernos son verdaderas maravillas mecánicas por la regularidad de su funcionamiento y gran confort interior.

Empecemos por mencionar cuáles son los mecanismos principales de un automóvil, indicando brevemente su finalidad en el funcionamiento del coche. Esto nos servirá a modo de programa ya que los iremos describiendo, en los capítulos sucesivos de esta obra, en el mismo orden.

1) **Motor térmico.** En la mayoría de los casos es un motor a explosión de cuatro tiempos, no obstante hay coches que utilizan motores basados en el sistema Diesel que funcionan a una compresión menor y utilizan como combustible gas-oil, mucho más económico que la nafta (gasolina). No importa cuál sea el motor empleado, todos tienen por objeto generar la energía mecánica necesaria para la propulsión del coche, accionar todos los dispositivos mecánicos así como el generador de electricidad, que puede ser una dinamo o un alternador, cuya finalidad es producir toda la energía eléctrica que requiere el vehículo para todos los sistemas eléctricos que necesita: encendido de las bujías, faros e iluminación general, motorcito de arranque y todos los dispositivos eléctricos que posee el coche. La energía eléctrica se almacena en el acumulador (bajo la forma de reacciones químicas) de donde es distribuida a los diversos aparatos que funcionan con electricidad.

2) **Embrague.** Tiene por objeto acoplar mecánicamente el eje del motor térmico (cigüeñal) con el eje (o árbol) de transmisión que transmite la fuerza a las ruedas de propulsión, generalmente, las traseras, aunque hay vehículos en que tanto las ruedas delanteras como las traseras son propulsoras. Este mecanismo resuelve la necesidad del motor a explosión de aplicársele la carga paulatinamente.

3) **Caja de velocidades,** también llamada cambio de marchas. Su finalidad es acoplar el eje del motor (a través del embrague) con el árbol de transmisión estableciendo así la continuidad de la transmisión de la fuerza mecánica desde el motor a las ruedas propulsoras. Es un verdadero sistema de palancas (realizado por medio de engranajes de distintos diámetros) gracias al cual se cumple la condición requerida por el motor a explosión de tener que aplicársele la carga en forma progresiva. Los

coches tienen tres o cuatro marchas: la primera para el arranque, o sea poner el coche en movimiento y la última, o directa, para la marcha a la velocidad deseada.

4) **Junta universal o cardán.** Este mecanismo permite que un eje, fraccionado en dos o más partes, gire sin ninguna dificultad aunque los semiejes formen un pequeño ángulo entre sí. Esto permite que el conjunto formado por las ruedas traseras puedan tener cierto desplazamiento vertical debido a las irregularidades del suelo, sin que se altere la marcha.

5) **Eje de transmisión.** Está formado por un tubo o barra, de acero, teniendo colocado en cada extremo una junta de cardán. Tiene por objeto transmitir la energía mecánica procedente de la caja de velocidades al sistema de engranajes que comunica la fuerza a las dos ruedas motrices traseras.

6) **Diferencial.** Ingenioso mecanismo que permite que las dos ruedas motrices sigan recibiendo fuerza en igual proporción cuando el coche se desplaza en las curvas. Es evidente que la rueda exterior a la curva tiene un desplazamiento mayor que la rueda más cercana al centro de giro: el diferencial soluciona totalmente este problema.

7) **Ruedas motrices.** En la mayoría de automóviles son las ruedas traseras, pero hay coches con tracción delantera y también los hay en que la tracción se efectúa en las ruedas delanteras y traseras simultáneamente.

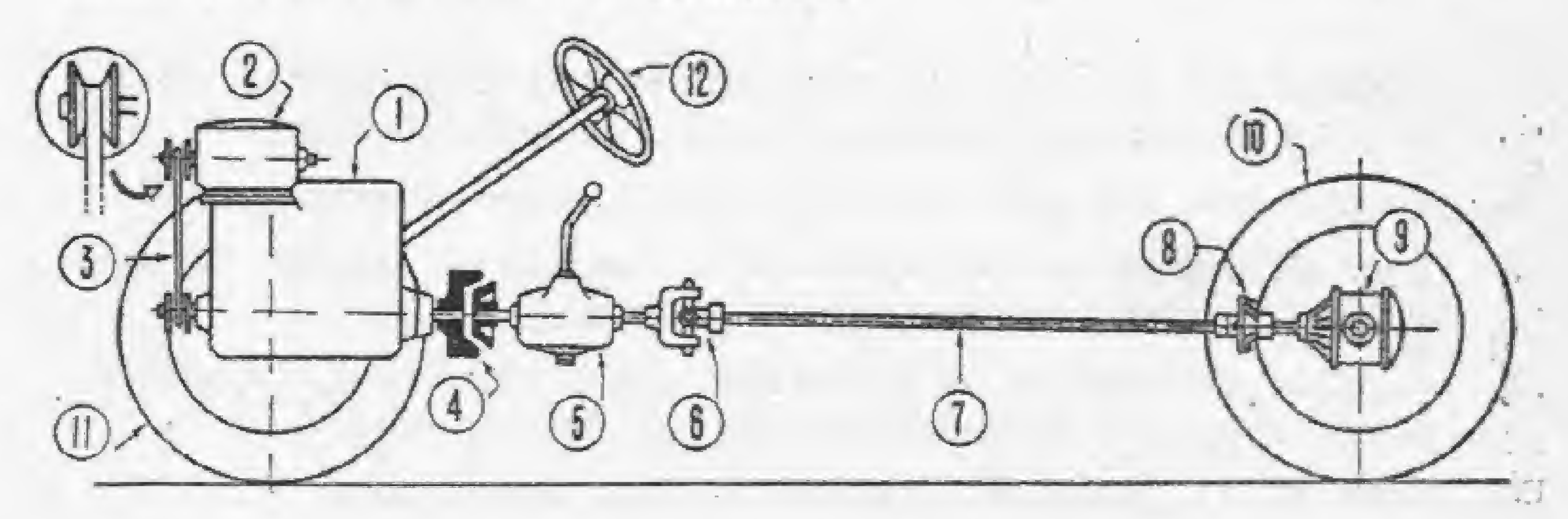


Fig. 1-1. Los números significan: (1) motor térmico; (2) generador de electricidad, dínamo o alternador; (3) correa que acciona el generador eléctrico; (4) embrague; (5) cambio de velocidades; (6) junta universal o Cardán; (7) eje o árbol de transmisión; (8) junta universal del diferencial; (9) diferencial; (10) ruedas motrices traseras; (11) ruedas de dirección delanteras; (12) volante de dirección.

8) **Ruedas de conducción.** Siempre son las delanteras. Tienen dispositivos que permiten orientar el coche siguiendo en

línea recta o bien hacia la izquierda o la derecha, moviendo simultáneamente las dos ruedas un ángulo determinado.

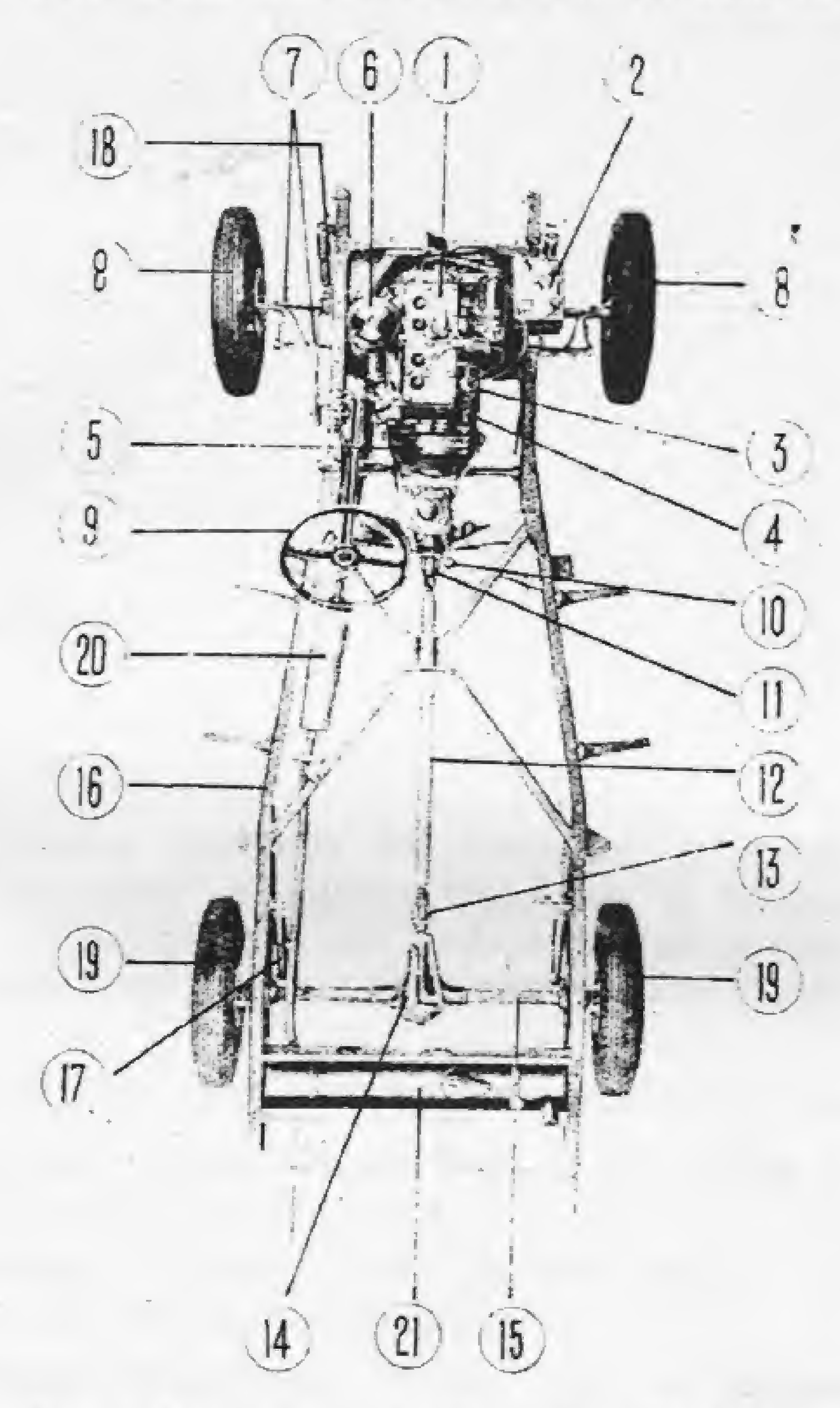
9) **Dirección.** El automóvil se dirige por medio de un mecanismo especial llamado dirección. Consiste en un volante situado delante del conductor; al hacerlo girar hacia la derecha o la izquierda mueve un ingenioso mecanismo en cuyo eje hay un un dispositivo que hace desplazar, en forma igual y simultánea las dos ruedas, guiando así el coche en las curvas, doblar en las esquinas y orientarlo hacia la derecha o izquierda, en fin, toda clase de maniobras.

La figura 1-1 representa, en forma muy simplificada, la disposición de los mecanismos principales de los automóviles, enumerados anteriormente.

AUTOEXAMEN

1. *¿Cuáles son los dos inconvenientes más importantes de los motores a explosión empleados en los automóviles?*
2. *¿Cuáles son los dos objetivos que cumple el embrague?*
3. *¿Qué dificultad de funcionamiento cumple el cambio de marchas? ¿En qué consiste, esencialmente?*
4. *La junta de cardán, o universal, ¿qué importante problema resuelve en los mecanismos de los automóviles?*
5. *¿Cuál es la finalidad fundamental del diferencial?*
6. *Generalmente, ¿cuáles son las ruedas motrices? ¿Existen coches en que esta norma general es modificada?*
7. *Sin excepción, ¿cuáles son las ruedas de conducción?*
8. *El mecanismo de la dirección de un automóvil, ¿cómo se realiza y, esencialmente, cuáles son sus elementos?*
9. *¿Cuáles son las dos clases de generador de electricidad que actualmente utilizan los automóviles?*
10. *¿Dónde y en qué forma se almacena la energía eléctrica en los automóviles?*

ELEMENTOS PRINCIPALES DE UN AUTOMOVIL



Nomenclatura general: (1) motor (2) batería; (3) bobina; (4) motorcito de arranque; (5) embrague y cambio de marchas; (6) filtro de aire y carburador; (7) mando de las ruedas de direçción; (8) ruedas delanteras; (9) volante de dirécción; (10) maneta de dirección; (11) junta de Cardán o universal; (12) eje (o árbol) de transmisión; (13) Cardán; (14) caja del diferencial; (15) semieje trasero; (16) chasis, armazón metálico del coche; (17) amortiguador trasero; (18) amortiguador delantero; (19) ruedas traseras; (20) silenciador del escape; (21) depósito de combustible.

Capítulo II

EL EMBRAGUE

Existen varios sistemas de embrague o acoplo a fricción, teniendo todos ellos la misma finalidad: ir acoplando gradualmente y sin sacudidas la energía del motor al cambio de marchas gracias a producirse este acoplamiento por un efecto de fricción progresiva.

Consideraremos los sistemas de embrague siguientes:

1) **Embrague cónico.** Puede ser: a) de acción directa: b) de efecto indirecto.

2) **Embrague a discos.** Hay de dos clases: a) de un solo disco; b) de varios discos.

3) **Embrague centrífugo.** Actúa como un regulador automático.

4) **Embrague hidráulico.** El acoplo es producido por la acción de un fluido líquido, siendo notable la suavidad con que se produce el acoplo.

5) **Convertidor de par.** Con este sistema se obtiene, en el momento de la puesta en marcha, un efecto multiplicador del par motor que se aplica al cambio de marchas, favoreciendo el arranque.

6) **Embrague electromagnético.** Es un sistema de avanzada que tiene grandes posibilidades de ser adoptado en los coches del futuro.

Pasemos ahora a describir cómo están construidos y funcionan estos diversos sistemas de embrague.

1) Embrague cónico

Se compone de dos superficies cónicas (fig. 2-1), estando la primera colocada en la parte interior del volante (1), formando parte de él. La segunda superficie cónica (2) tiene la forma de una polea montada en forma fija a un eje deslizante (5) que apoya uno de sus extremos (4) en el volante (1); gracias a esta disposi-

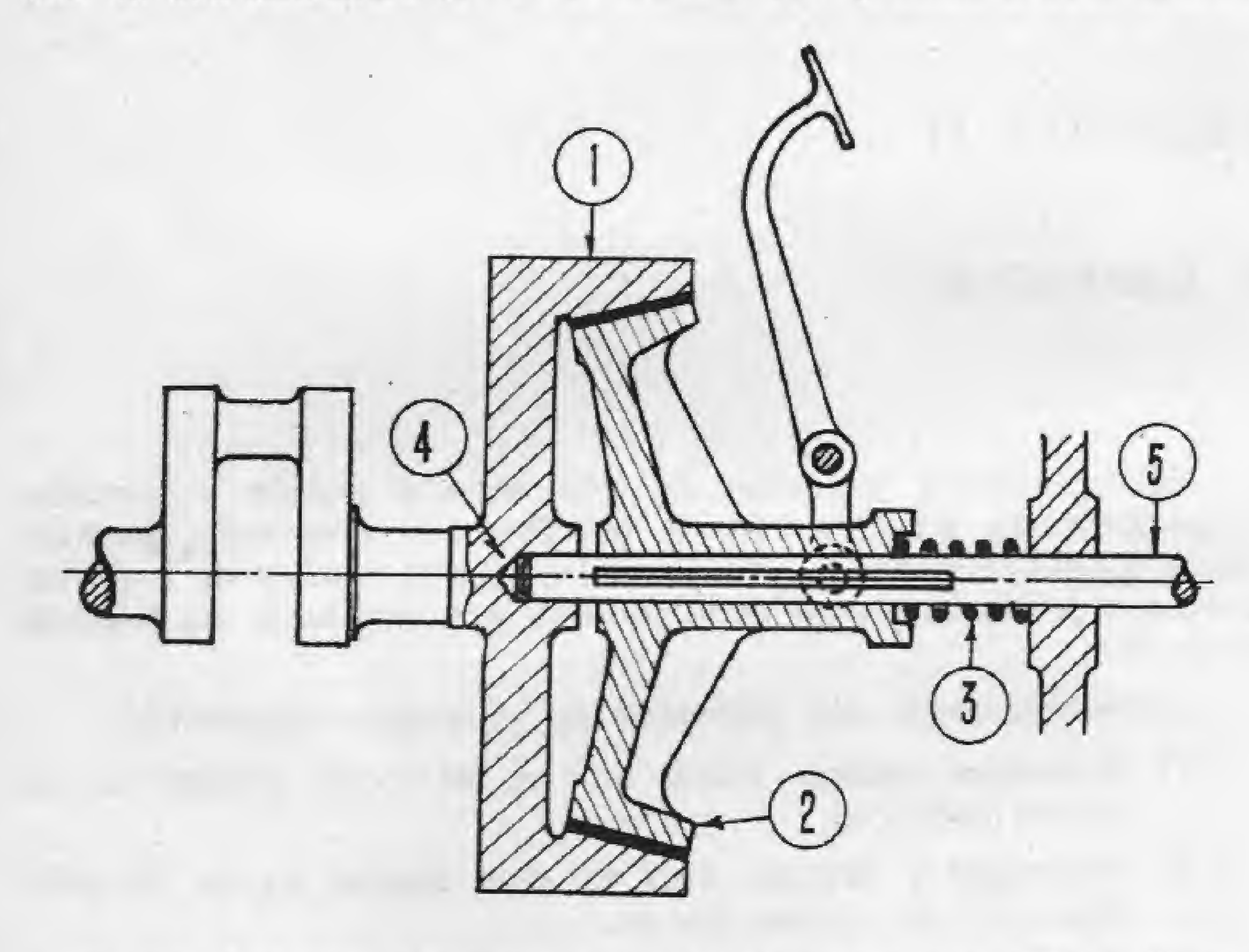


Fig. 2-1. Embrague a fricción cónico. (1) Volante y cono motriz; (2) cono conducido; (3) resorte que une los dos conos fuertemente; (4) eje que conduce la fuerza del motor al cambio de velocidades.

ción el eje (5) puede tener un pequeño desplazamiento longitudinal, de unos cuantos milímetros, al recibir la acción del pedal de embrague.

Observemos que el eje motriz (cigüeñal) forma una sola pieza en el volante (1), en cambio, el eje que sostiene el cono de acoplamiento (2) no tiene ninguna conexión mecánica con el eje motriz, de forma que el volante puede girar (lo cual hace mientras funciona el motor a explosión) y el cono de embrague (2) puede estar inmóvil, bastando para ello tener el pie apoyado sobre el pedal: esta es la operación previa que se realiza antes de poner en marcha el motor de un automóvil.

La forma de operar es muy sencilla. En condiciones normales el volante (1) y el cono (2) están firmemente acoplados por la acción del resorte (3) de forma que el eje motriz y el del embrague (5) giran unidos, aunque tiene libertad de movimiento uno del otro, debido a la gran adherencia que tienen entre sí las dos superficies cónicas en contacto. Por consiguiente, la fuerza del motor se comunica al eje del embrague y desde este eje al cambio de marchas.

Esta transmisión de energía mecánica se efectúa mientras el embrague está acoplado, por lo tanto, basta con apretar el pedal con el pie para que se produzca el desacoplo, y en consecuencia, el Cambio de Marchas deja, desde ese instante, de recibir energía del motor.

Los embragues cónicos generalmente son directos, como el que se acaba de describir. Los de acción inversa difieren de este en que el cono, en vez de tener el vértice hacia el motor está invertido; por lo tanto, el resorte está situado entre el volante y el cono de embrague.

2) **Embrague a discos**

Hay dos sistemas diferentes: a) de un solo disco; b) de muchos discos.

a) *Embrague de un disco*

Este sistema se compone de un solo disco a fricción que funciona a seco, alojado en un cárter de hierro fundido (fig. 2-2) que forma parte del bloque de cilindros. El disco tiene recubiertas sus dos caras con "ferodo" lo cual asegura un gran efecto de adherencia con los otros dos platos, lisos, que lo aprisionan; uno de ellos constituye una superficie frontal del volante del motor y el otro disco es el que se desliza accionado por el pedal de embrague.

Observando la figura vemos que el volante tiene una especie de corona, o anillo dentado. Con él engrana el piñón del eje del motorcito eléctrico de arranque cuya misión es hacer girar el eje del cigüeñal cuando se quiere poner en marcha el motor a explosión. Se la denomina corona de lanzamiento o de puesta en marcha.

En resumen, en este embrague hay tres discos, uno de ellos colocado entre otros dos, actuando como disco la cara posterior

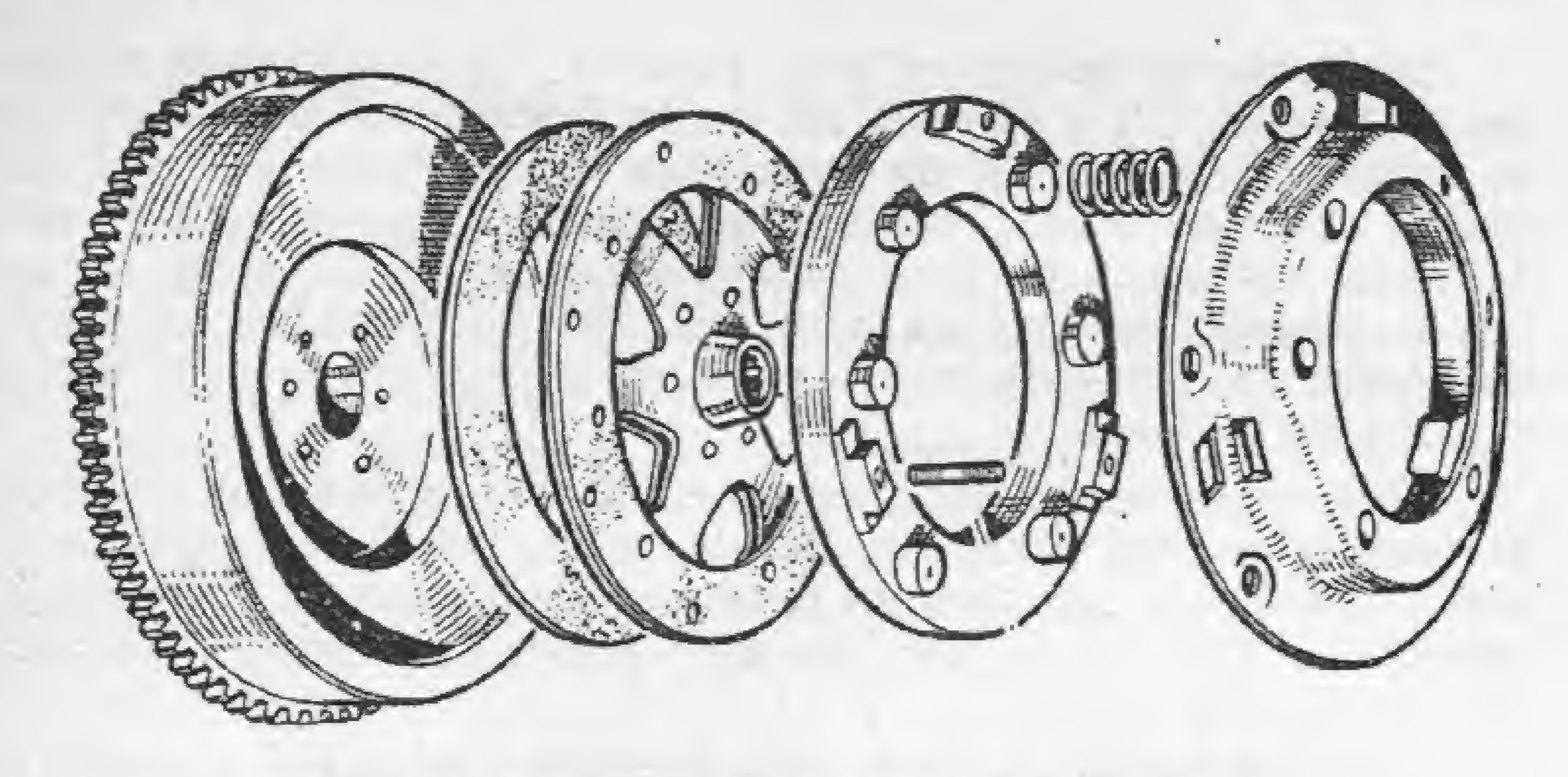


Fig. 2-2. Embrague de un disco, a fricción.

del volante. En este caso, el disco exterior presiona fuertemente el disco central contra el volante, arrastrándolo, comunicando así la fuerza motriz del motor al eje del embrague.

Esta clase de acoplos siempre funcionan a seco por estar el disco central recubierto con ferodo sus dos caras, que son las que hacen contacto con el disco que se desplaza y la superficie del volante que actúa de disco motriz. Pueden tener un resorte central, único, pero generalmente tiene varios, colocados a cierta distancia del eje haciendo así más efectiva la acción de presionar los discos entre sí, lo cual aumenta su adherencia mutua.

b) *Embrague de varios discos*

Se compone de dos juegos de discos de acero muy delgados dispuestos alternadamente. Uno de los grupos de discos está movido por el volante del cigüeñal mientras que el otro juego de discos está montado solidariamente con el eje del embrague. La figura 2-3 ilustra la disposición de los elementos que forman este sistema de acoplo.

Por la acción del resorte los discos se deslizan por las ranuras y se aprietan fuertemente los unos con los otros por la adherencia que se produce en las superficies en contacto.

Generalmente se emplean de 30 a 40 discos, de acero pulido, estando el conjunto sumergido en una mezcla de aceite y querosene que asegura la lubricación en forma permanente y además impide el desgaste de los discos. Este sistema produce un arranque suave y progresivo del coche, sin sacudidas ni trepidaciones. Se emplea en motores de reducida potencia.

En motores más potentes se utilizan menos discos pero, los motrices, están revestidos en ambas caras de una capa de materia de elevado coeficiente de rozamiento (ferodo, por ejemplo) siendo lisas las superficies de los discos conducidos. Este tipo de embrague funciona a seco porque el lubricante anularía, o al menos disminuiría, el efecto de arrastre del ferodo. Generalmente se emplean de 8 a 12 discos.

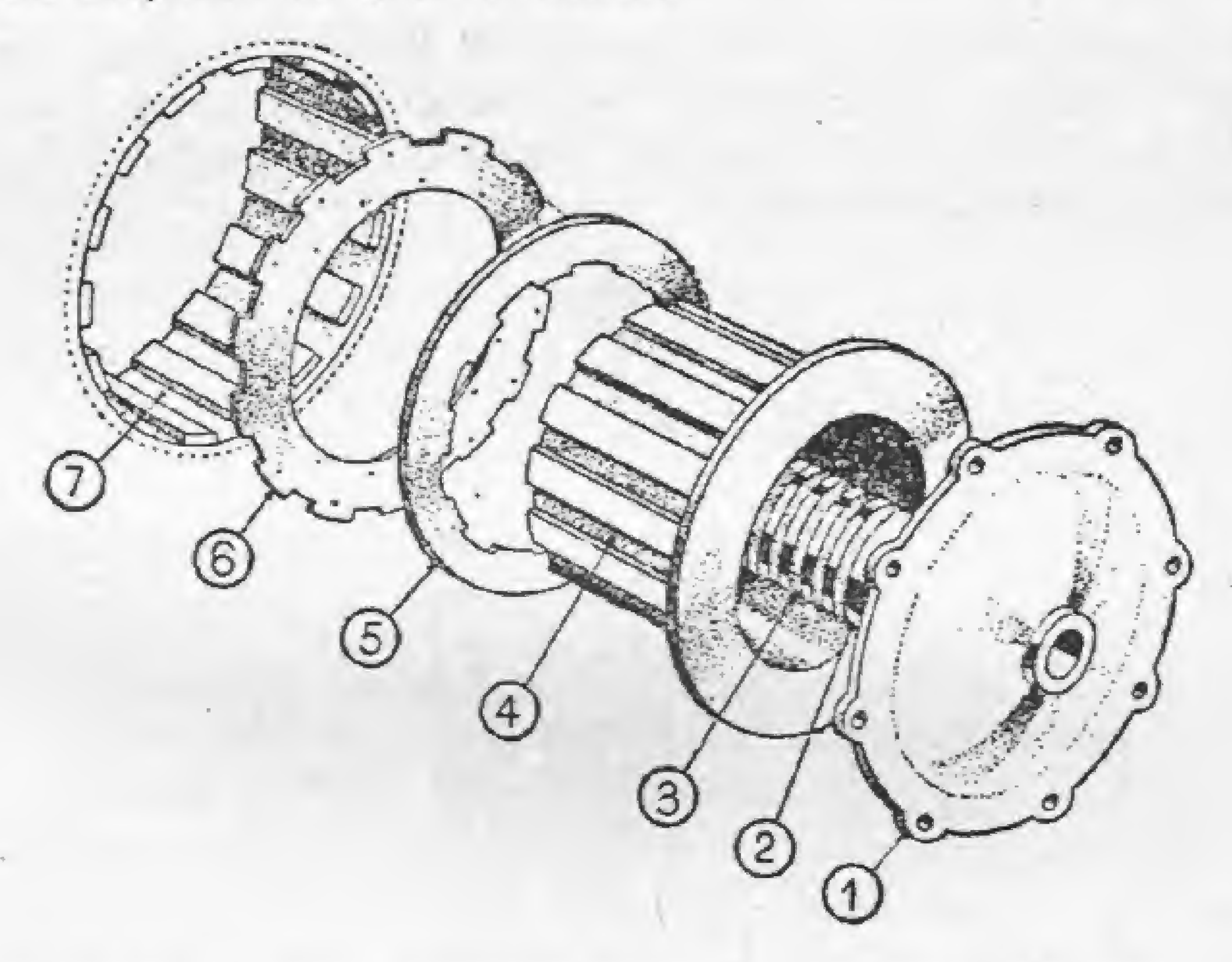


Fig. 2-3. Embrague a discos múltiples. (1) Tapa; (2) buje; (3) resorte; (4) cilindro guía; (5) disco conducido; (6) disco conducido; (6) disco conductor; (7) tambor ranurado tesía Fiat Argentina).

3) Embrague centrífugo

Este sistema de acoplamiento se funda en el mismo principio de funcionamiento del embrague de disco. La diferencia consiste en que el acoplamiento de los discos, conductor y conducido, en vez de efectuarse mediante la presión de varios resortes se realiza por la acción de la fuerza centrífuga de unas masas de hierro que pueden oscilar en unos pivotes colocados en el volante (fig. 2-4).

Cuando el motor va aumentando la velocidad las piezas metálicas (1) se van separando haciendo girar, alrededor del pivote (2), la pieza (3) que termina en forma de uña la cual presiona el disco (4) que por la acción de unos tornillos desplazan el dis-

co (5) una de cuyas caras, bien lisa, actúa como uno de los dos discos de acoplo, siendo el otro disco la superficie de esta parte del volante (6), de forma que, entre (5) y (6), (entre los cuales está situado el disco de embrague propiamente dicho (7) al desplazarse por la acción de la fuerza centrífuga el disco (5) se produce el embrague y por consiguiente el eje motriz transmite la energía al eje de la caja del cambio de velocidades.

En la figura 2-4 (9), representa la corona dentada mediante la cual el piñón del motorcito eléctrico de arranque hace girar el volante y con él el cigüeñal, hasta que el motor a explosión se pone en funcionamiento.

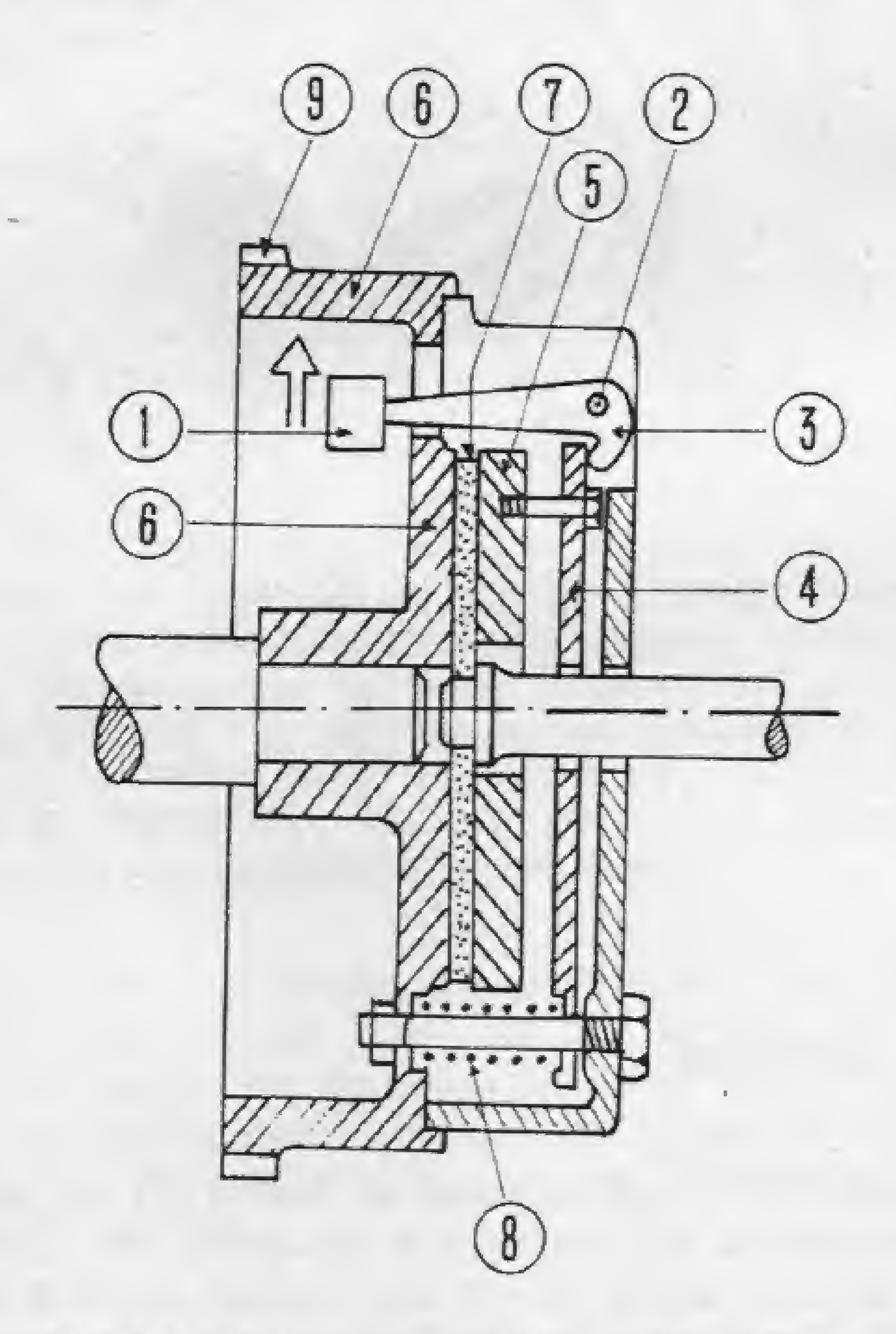


Fig. 2-4. Embrague centrífugo. (1) Contrapeso; (2) perno soporte de la palanca de embrague; (3) palanca; (4) disco de comando de embrague y desembrague; (5) disco auxiliar de embrague; (6) disco de embrague del volante; (7) disco principal de embrague; (8) resorte de desembrague; (9) corona dentada de puesta en marcha del motor a explosión.

Cuando el motor disminuye la velocidad, las masas metálicas (1) se alejan cada vez menos debido a que la fuerza centrífuga es menor y por consiguiente la uña de (3) deja de presionar el disco (4). Los resortes (8) ayudan este desplazamiento del disco (5), quedando así libre el disco de embrague (7) desde cuyo momento el eje motriz ya no comunica la energía al cambio de velocidades: se ha producido el desembrague.

Ahora bien, cuando el coche va a plena marcha no es posible obtener los desembragues necesarios para efectuar los cambios de marchas, que a veces son frecuentes y rápidos, mediante el embrague centrífugo, por necesitarse bastante tiempo para efectuar totalmente el desembrague; este inconveniente se soluciona colocando un embrague clásico juntamente con el embrague centrífugo.

4) Acoplamiento hidráulico

Este sistema de embrague se realiza mediante un acoplo fluídico, gracias al cual se transmite la fuerza motriz desde el cigüeñal a la caja del cambio de velocidades.

El fundamento de este sistema de acoplamiento es muy sencillo. La pieza principal consiste en un anillo hueco, dividido en dos mitades (fig. 2-5). Una de ellas (2) forma parte del volante del motor y por consiguiente gira por el cigüeñal mientras que la otra mitad (5) es solidaria del eje (6), de entrada al cambio de marchas.

Estos dos semianillos tienen una serie de divisiones (9) formadas por paredes de dirección radial (8) de tal manera dispuestas que forman una serie de compartimientos (3) y (4). Este conjunto está construido de tal forma que el aceite que llena los semianillos (2) y (5) no puede salir, quedando perfectamente cerrado, no obstante estar girando los dos, cuando están en pleno funcionamiento.

Al ponerse en funcionamiento el motor, en el semianillo (2), que empieza a girar también, el aceite que llena los compartimientos es arrastrado por sus paredes radiales resultando de ello que la acción hidrodinámica del líquido se comunica a los compartimientos del otro semianillo (4) cuya resultante es un esfuerzo de arrastre, facilitado por la viscosidad del aceite, produciéndose un real efecto de acoplamiento entre (3) y (4) que se transmite desde el cigüeñal al cambio de marchas, en una forma sumamente suave y que debido a su elasticidad absorbe los efectos torsionales del eje motriz.

Por consiguiente el acoplo hidráulico es un sistema de embrague que entra en acción automáticamente al poner en marcha el motor y que desembraga al pararlo, pero, durante la marcha, no permite que se efectúen los cambios de marchas necesarios

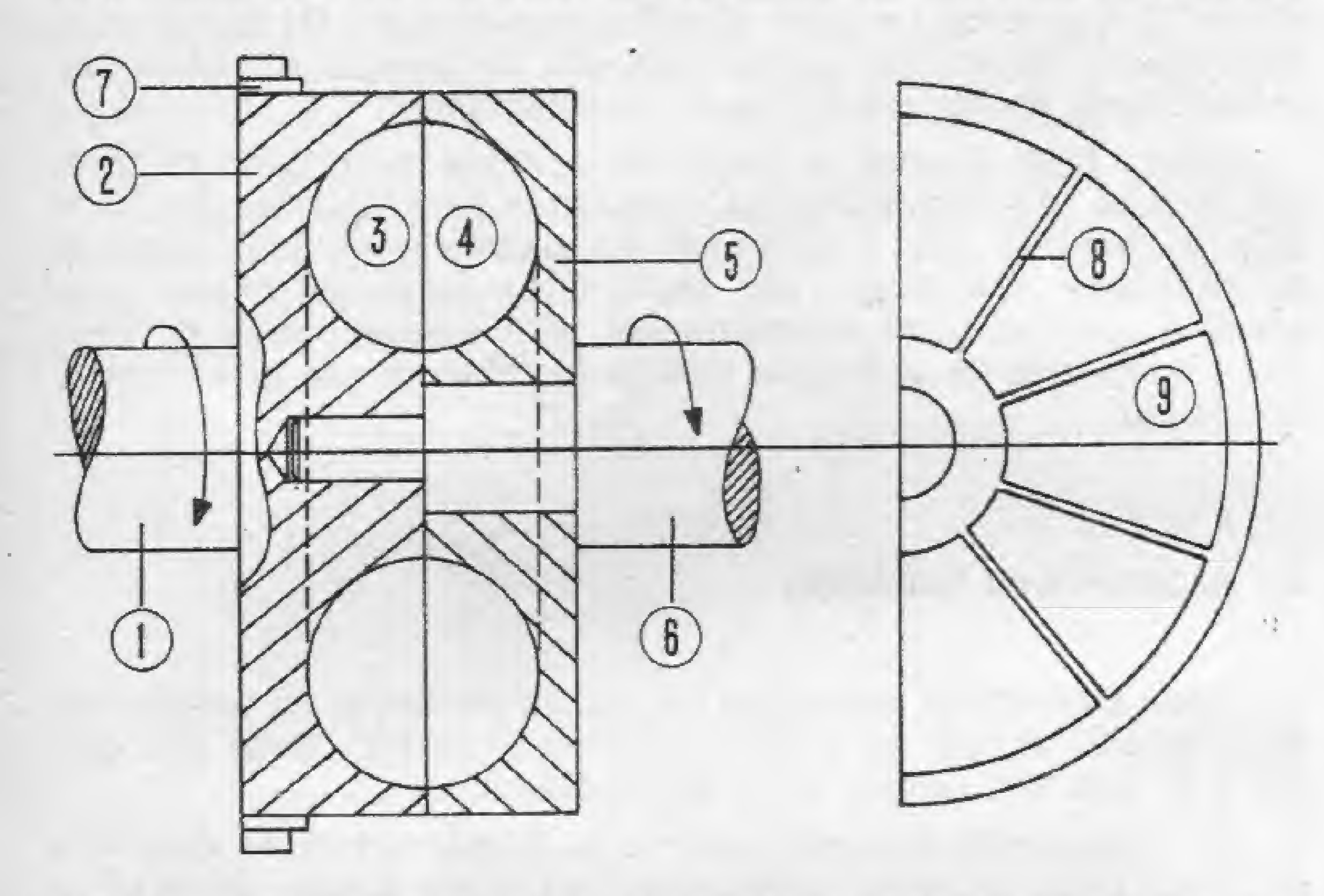


Fig. 2-5. Acoplamiento hidráulico. (1) Eje del cigüeñal; (2) volante; (3) semianillo hueco del volante; (4) semianillo hueco de arrastre; (5) acoplamiento del embrague; (6) eje del cambio de velocidades; (7) corona dentada para poner el motor térmico en marcha por medio del motorcito eléctrico de arranque; (8) pared divisoria; (9) compartimento estanco.

a la marcha del coche porque para ello es indispensable desembragar, o sea, desconectar el eje motriz (cigüeñal) del cambio de marchas. Este inconveniente se ha solucionado intercalando un embrague clásico, accionado eléctrica y automáticamente, al realizar un cambio de velocidades.

5) Convertidor de par

Este sistema de acoplamiento consiste en colocar un tercer elemento entre los dos ya mencionados con lo cual se obtienen notables mejoras.

Para hacer más evidente el funcionamiento consideremos el embrague representado por dos discos con paletas, colocados en

un recinto conteniendo aceite. Veamos qué sucede durante el funcionamiento.

El disco con paletas acoplado al volante del motor, que denominaremos **impulsor**, lanza el aceite contra las palas del otro disco, que llamaremos **receptor**, haciéndolo girar. El disco receptor está unido a la caja de velocidades.

Ahora bien, el aceite que ha chocado contra las palas del receptor, reacciona y vuelve, en parte, hacia el impulsor de tal forma que, en realidad, tiende a frenar el impulsor debido a la trayectoria que sigue por ir a chocar contra la parte superior de las palas, tal como se representa en la figura 2-6. Este efecto

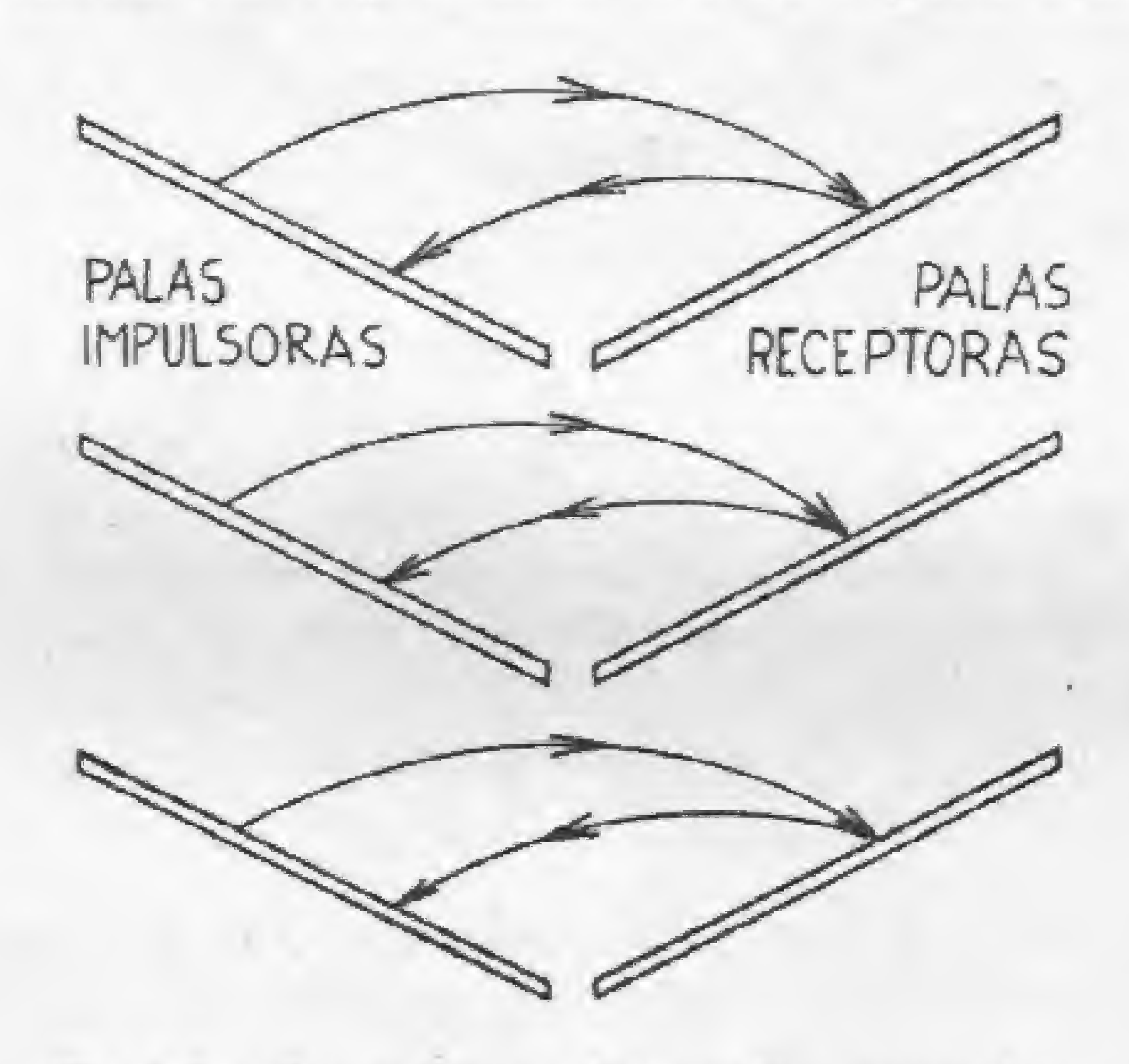


Fig. 2-6. Reacciones del aceite proyectado contra las palas del receptor, que, al volver, chocan contra el impulsor, disminuyendo su eficacia.

contrario se evita intercalando un tercer elemento entre el impulsor y el receptor, denominado **reactor**, cuya misión es desviar la trayectoria del aceite que golpeó el receptor y que ahora vuelve, en parte, hacia el impulsor. Gracias a este dispositivo el aceite se proyecta ahora contra la parte posterior de las palas (fig. 2-7), que ayuda la acción motriz a tal punto que aumenta el par motor del convertidor casi al doble.

Así como con el acoplo hidráulico descrito anteriormente sólo se obtiene un efecto de embrague, con el convertidor de par se obtienen los dos efectos siguientes:

a) Al arrancar se produce automáticamente una multiplicación del par motor casi al doble del que se obtendría sin la actuación del reactor: este efecto puede compararse al que se obtiene

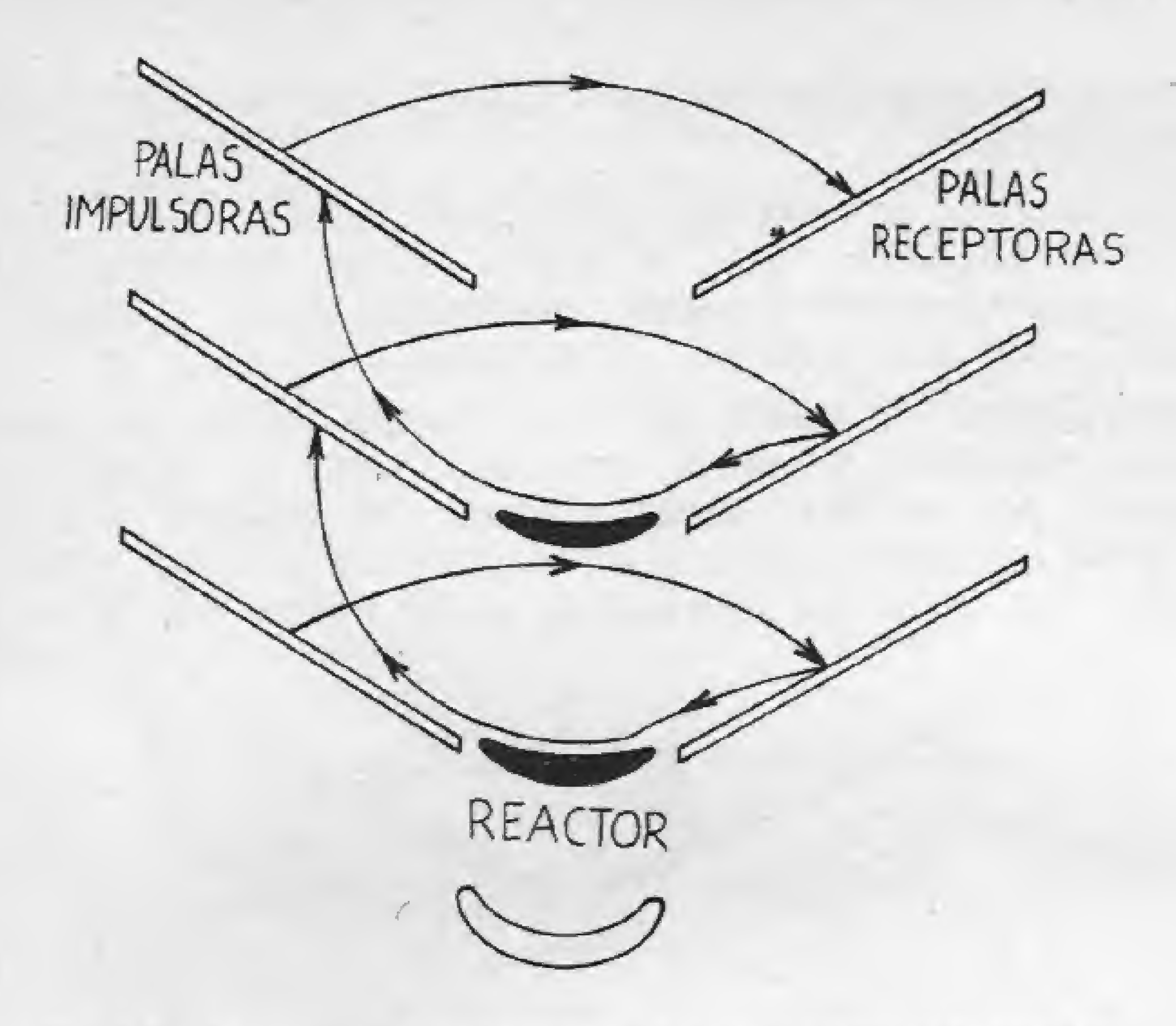


Fig. 2-7. El convertidor de par recibe el refuerzo del impulso motriz con el reactor que orienta el aceite de rebote, de tal forma que aumenta casi al doble el par motor en el período de arranque del coche.

cuando se intercala la segunda velocidad en una caja de cambios manual, pero, obteniendo ahora una puesta en marcha más suave y progresiva.

b) A medida que se va acelerando el convertidor va reduciendo, en forma automática, el par de arranque, exactamente lo mismo que sucede cuando se pasa a segunda velocidad con un cambio de marchas manual. Por esto, si bien es verdad que el convertidor ayuda en el momento de la puesta en marcha, no puede sustituir a la caja de velocidades, funcionando siempre conjuntamente con ella. Cuando el coche ya va a velocidad de crucero, entonces el convertidor de par funciona como un embrague.

6) **Embrague electromagnético**

En este sistema de embrague la compresión del disco conducido, colocado entre el volante (que actúa de disco conductor) y el disco compresor es obtenida por medio de un electroimán

accionado por la electricidad que produce el generador del coche (dinamo o alternador) produciéndose el desembrague al interrumpir la corriente. Estas maniobras se realizan por medio de un interruptor colocado en la palanca del cambio de marchas y que funciona, automáticamente, cuando se efectúa una maniobra de cambio de velocidad. Por consiguiente, adoptando este sistema de embrague desaparece uno de los mandos clásicos de los automóviles: el pedal de embrague.

Una vista "explosiva" de este sistema se representa en la figura 2-8, en la cual, (1) es una placa de gran permeabilidad magnética, centrada y fijada al extremo del cigüeñal y que por lo tanto

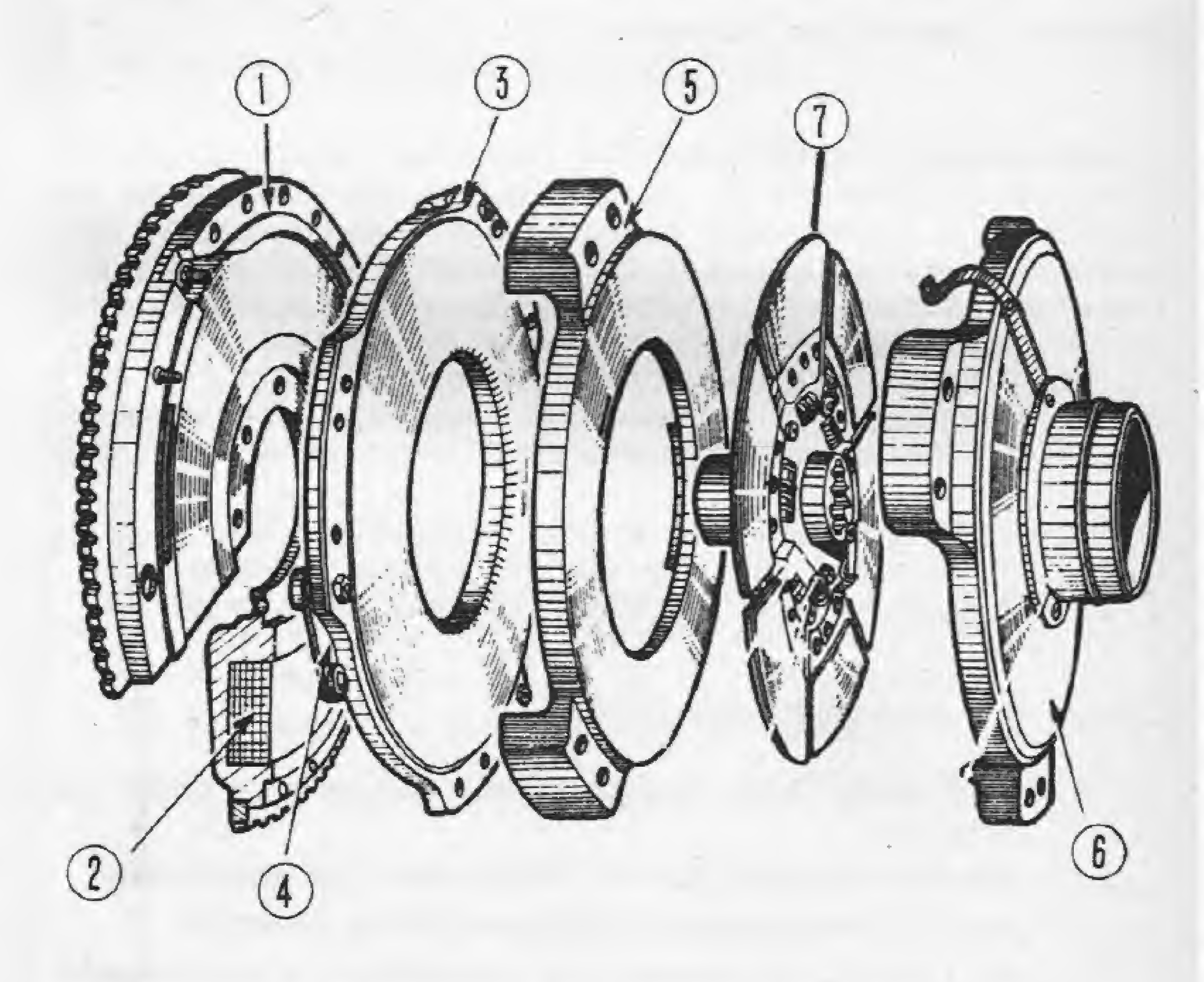


Fig. 2-8. Embrague sistema electromagnético.

hace el oficio de volante del motor térmico, siendo bien visible la corona dentada con la cual engrana el piñón del motorcito eléctrico de arranque. Esta placa tiene una ranura en forma de U dentro de la cual se aloja la bobina (2) que al ser recorrida por la corriente crea el campo magnético que hace entrar en acción

todo el dispositivo de acoplamiento, bastando para ello ir acelerando el motor.

En efecto, al aumentar la velocidad la corriente que produce el generador aumenta también la intensidad de la corriente que recorre el electroimán y, por consiguiente, la atracción de la placa (3) y todo el equipo solidario de donde resulta que las placas (5) y (6) aprisionan el disco (7) recubierto de ferodo, quedando así establecido el embrague. Los apéndices (4) sirven para unir los discos (4) y (5).

AVERIAS Y CUIDADOS DEL EMBRAGUE

Las diversas anomalías y fallas que pueden ocurrir en el acoplamiento del embrague y sus dispositivos complementarios se especifican a continuación. Primero se indican las causas que producen la avería, deducidas de los síntomas observados y entonces se enumeran las operaciones que deben realizarse para que el embrague vuelva a funcionar normalmente.

Las averías principales se han reunido en cinco grupos; esto facilita la búsqueda de las anomalías posibles, orientándose entonces con los síntomas observados.

1. El embrague del motor resbala al quererlo poner en marcha

Causas que ocasionan este defecto

1. El conductor lleva siempre el pie apoyando el pedal del embrague.
2. El pedal del embrague no tiene juego o es insuficiente.
3. El eje del embrague está apretado en el armazón.
4. Los resortes de presión son insuficientes o se han roto.
5. El aceite, o grasa, ha penetrado en los revestimientos de ferodo.
6. Los discos han perdido su efecto de adherencia debido al uso.
7. La horquilla de mando del embrague está mal instalada.
8. Deficiencias del montaje de los diversos órganos del embrague.

2. El embrague vibra o se clava al embragar

Causas que producen estas anomalías

1. Pérdida de tensión en el revestimiento de ferodo.
2. Tipo inadecuado del revestimiento de ferodo, o sucio.
3. El eje del embrague está demasiado apretado.
4. Transmisión excesiva de energía del motor.
5. En embragues a disco único, éste se ha roto, o rajado.

3. Ruidos y trepidaciones en el embrague

Generalmente los ruidos del embrague se producen cuando el motor gira a pocas revoluciones. Es conveniente reparar si algún cojinete es el responsable del ruido o bien, observar si el pedal tiene insuficiente holgura; mirar que las diversas piezas actúen debidamente, ya que un mal desplazamiento de las piezas principales puede traducirse por ruidos o trepidaciones.

Las causas pueden ser diferentes en estos dos casos

A) Los ruidos se producen cuando se desembraga; B) los ruidos se producen cuando el embrague está funcionando.

A) 1. Cojinete roto, sucio, gastado o mal lubricado.
   2. El cojinete roza con el eje del desembrague.
   3. Horquillas del embrague mal ajustadas.

B) 1. El cambio de velocidades está desalineado con el grupo motor.
   2. Descentramiento de los dos ejes del embrague.
   3. Resortes débiles, o rotos, de las placas.

4. El embrague funciona cuando está el motor desembragado

Causas que pueden ocasionar esta anomalía

1. Exceso de holgura del pedal de embrague.
2. Mal ajuste de la palanca del desembrague.

3. Placas de propulsión del embrague torcidas o deformadas.
4. Puntos salientes del revestimiento de ferodo.
5. Las ranuras del eje están deformadas, o tienen rebordes, que impiden el desplazamiento de los discos conducidos.

5. Desgaste prematuro, o anormal, del revestimiento o los discos

1. Holgura del pedal insuficiente y los discos siempre rozan.
2. El conductor acostumbra a llevar siempre el pie sobre el pedal.
3. Uso excesivo del embrague, casi siempre innecesariamente.
4. Resortes de presión rotos o insuficientes.
5. Revestimiento de ferodo insuficiente o mal instalado.

Finalmente en los embragues a discos múltiples, cuando el acoplo es insuficiente, hay que limpiar los discos con petróleo si funcionan en baño de aceite y con bencina si tienen revestimiento de ferodo. Un embrague cuando funciona en perfectas condiciones, no debe hacer ningún ruido ni trepidaciones.

AUTOEXAMEN

1. *Explicar por qué es necesario el embrague en los automóviles.*
2. *¿Cuáles son los sistemas más empleados en los coches?*
3. *¿Qué ventajas tienen los embragues de muchos discos?*
4. *¿Cuál es la característica más importante del embrague hidráulico?*
5. *Describa brevemente el funcionamiento del embrague centrífugo.*
6. *¿Qué caracteriza el convertidor de par y cuál es su ventaja?*
7. *¿Cómo funciona el embrague electromagnético y en qué forma acciona?*

Capítulo III

EL CAMBIO DE MARCHAS

Generalidades

El mecanismo denominado cambio de marchas, interpuesto entre el embrague y el eje de transmisión, tiene por objeto hacer variar la fuerza aplicada a las ruedas motrices según lo requieran las circunstancias, ya sea en el momento de poner el coche en movimiento, cuando se sube una pendiente, etc. En todos estos casos es necesario aplicar más fuerza a las ruedas propulsoras, lo cual se consigue mediante el mecanismo que estamos estudiando, que considero de gran interés saber, concretamente, en qué está basado su funcionamiento.

Una sencilla comparación explicará claramente cómo se obtiene este resultado. Supongamos una palanca AB que tiene un punto de apoyo P y un brazo AP = 10 cm y el brazo PB = 50 cm. Pues bien, si aplicamos en el extremo B una fuerza de 10 kg en el otro extremo, B, dispondremos de una fuerza de 50 kg pero, si el recorrido ab ha sido de 50 cm el de cd será de sólo 10 cm. O sea que lo que hemos ganado en fuerza lo hemos perdido en recorrido (fig. 3-1).

Es evidente que también interviene la velocidad de desplazamiento puesto que si el mayor recorrido ab, se ha realizado en 10 segundos, es evidente que el desplazamiento cd se realiza en el mismo tiempo puesto que es el movimiento de los brazos de la misma palanca.

Ahora bien, si el recorrido cd, de 50 cm, se ha efectuado en 10 segundos, en un segundo recorre 50/10 = 5 cm por segundo,

mientras que el otro extremo de la palanca se mueve con una velocidad de 10 cm/10 segundos = 1 cm por segundo.

Podemos pues formular las dos conclusiones siguientes:

1) Mediante una palanca se puede obtener un efecto multiplicador de la fuerza, a expensas de reducir, proporcionalmente, el recorrido.

2) En la misma proporción que aumenta la fuerza disminuye el espacio recorrido durante el mismo tiempo lo cual equivale a decir que la velocidad, por segundo, disminuye.

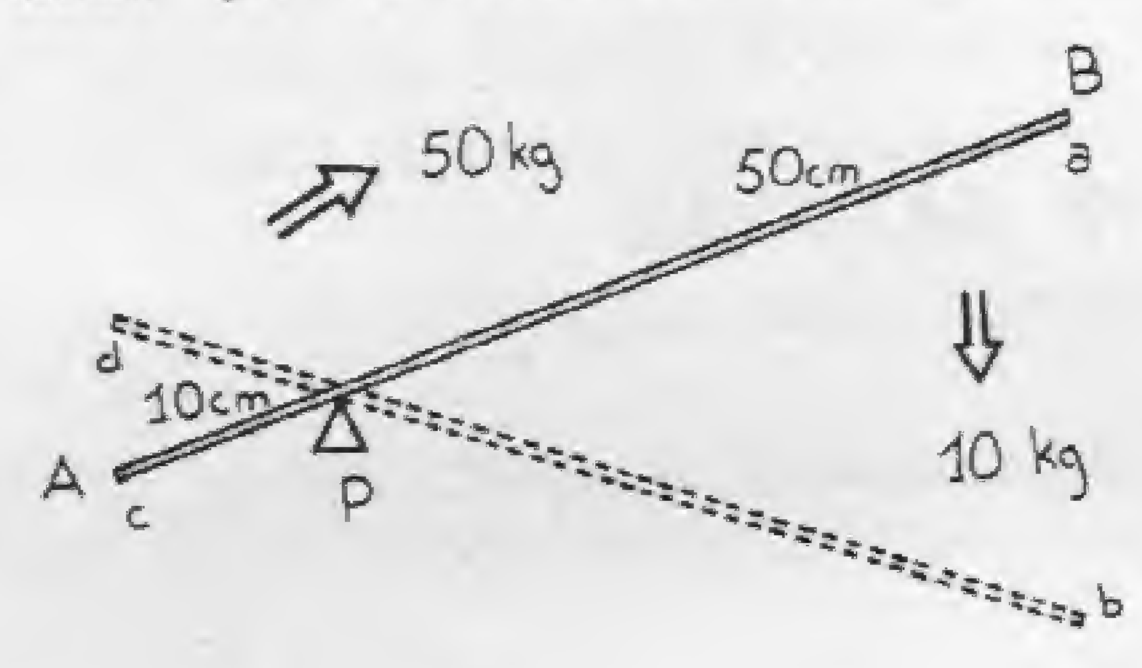


Fig. 3-1. Una palanca con un punto de apoyo P: se aplica en el extremo a una fuerza de 20 kg, la cual actúa en el extremo **c** multiplicada por la relación de los recorridos **ab** con respecto de **cd**.

Para aplicar estos conocimientos al mecanismo del cambio de marchas, supongamos ahora que en vez de una palanca tenemos dos engranajes representados por el piñón, P, de 20 dientes y una rueda dentada (engranaje), R, de 100 dientes (fig. 3-2). Entre los dos centros de los ejes, A y B, tenemos el punto de contacto, C, de los dientes (lo que se denomina "diámetro primitivo") obteniendo, en realidad, el efecto de una palanca, la longitud de cuyos brazos son los radios de contacto AC y CB, siendo C el punto de contacto que en este caso representaría el punto de apoyo en el caso de la palanca.

Siendo evidente la similitud entre los brazos de palanca y los radios de contacto de los dos engranajes, podemos establecer las conclusiones siguientes:

1) Puesto que la rueda R tiene 100 dientes y el piñón P 20 dientes, a cada 5 vueltas del piñón dará sólo una vuelta la rueda R.

2) Si el piñón gira a 10 vueltas por segundo, la rueda dentada sólo dará 2 vueltas en el mismo tiempo; por consiguiente, la rueda R gira 5 veces más lentamente que el piñón P.

3) Al girar R más lentamente, se multiplica por 5 la fuerza disponible en su eje con respecto de la fuerza del piñón P, puesto que al disminuir la velocidad aumenta la fuerza.

4) Esta disposición de un piñón y una rueda permite que una fuerza aplicada al piñón, que gire por ejemplo a 500 rpm, se comunique a otro eje que gire más lentamente, por ejemplo, 100 rpm, obteniendo multiplicada por 5 la fuerza del piñón.

Digamos que en este principio se funda el que la diminuta potencia del motorcito eléctrico pueda poner en funcionamiento el motor a explosión en el momento de su puesta en marcha. Ello es posible porque el motorcito eléctrico tiene un piñón de pequeño diámetro mientras que la rueda dentada, colocada sobre el volante del motor, tiene un gran diámetro y, por consiguiente, el motorcito, que gira a una gran velocidad, desplaza lentamente el volante del motor y con él el cigüeñal, entrando así en acción los pistones y todo el mecanismo del motor térmico, poniéndolo en marcha.

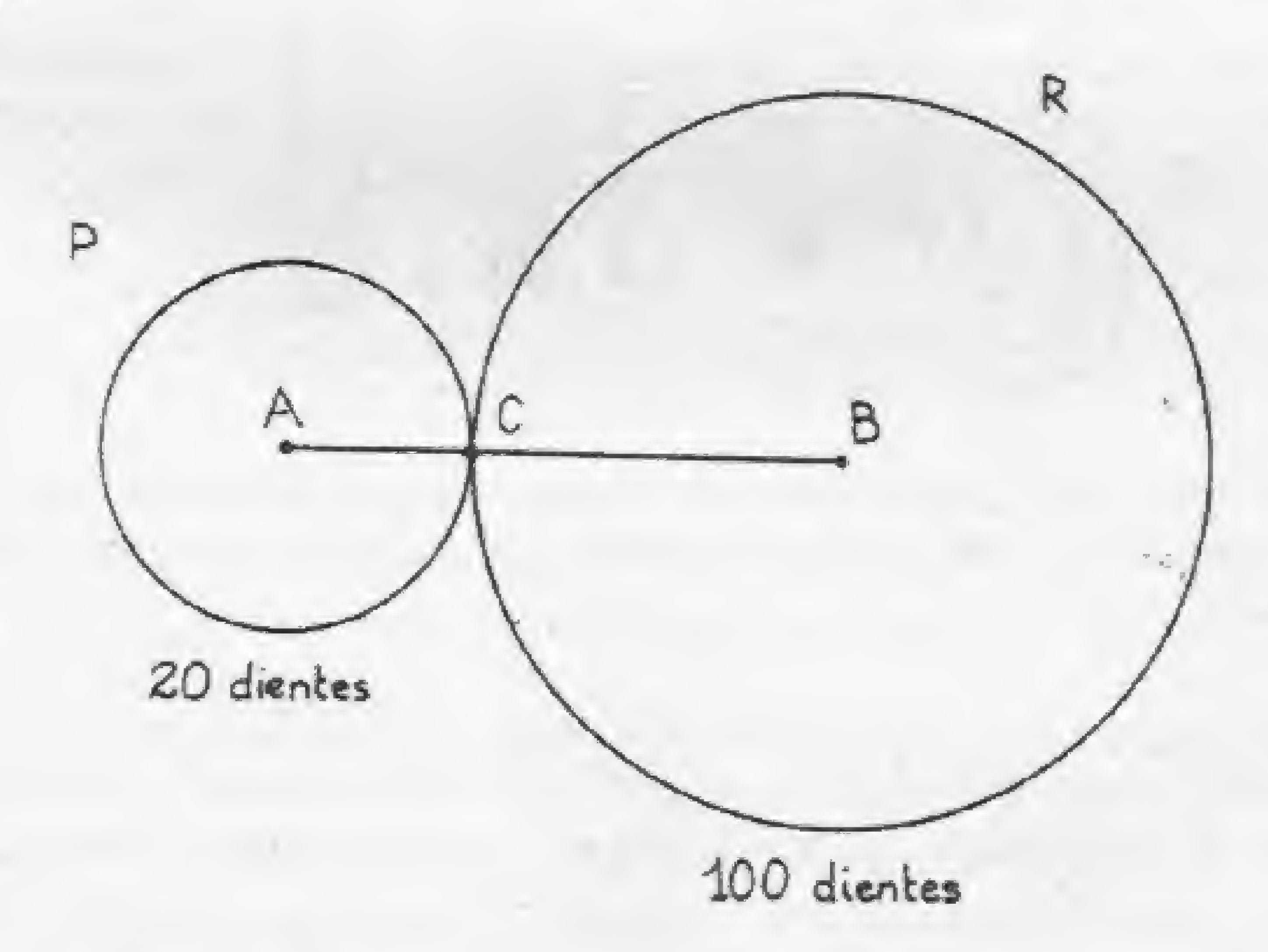


Fig. 3-2. Dos engranajes, con centros en A y B, tienen su punto de contacto en C. El piñón P tiene 20 dientes, y la rueda R 100 dientes. Actúan como dos brazos de palanca AC y CB, cuyas longitudes están representadas por los radios que están entre sí como los números de dientes, o sea que el radio CB es cinco veces mayor que el radio AC.

Ahora que vamos a estudiar el cambio de velocidades, tenemos que ver en cada par de engranajes en contacto del cambio de marchas, dos brazos de palanca cuyas longitudes son sus

respectivos radios y su punto de apoyo el de contacto de sus dientes.

El cambio de velocidades

Generalmente los automóviles acostumbran a tener tres marchas hacia adelante y una hacia atrás, siendo relativamente pocos los coches que tienen cuatro marchas de avance y la de retroceso.

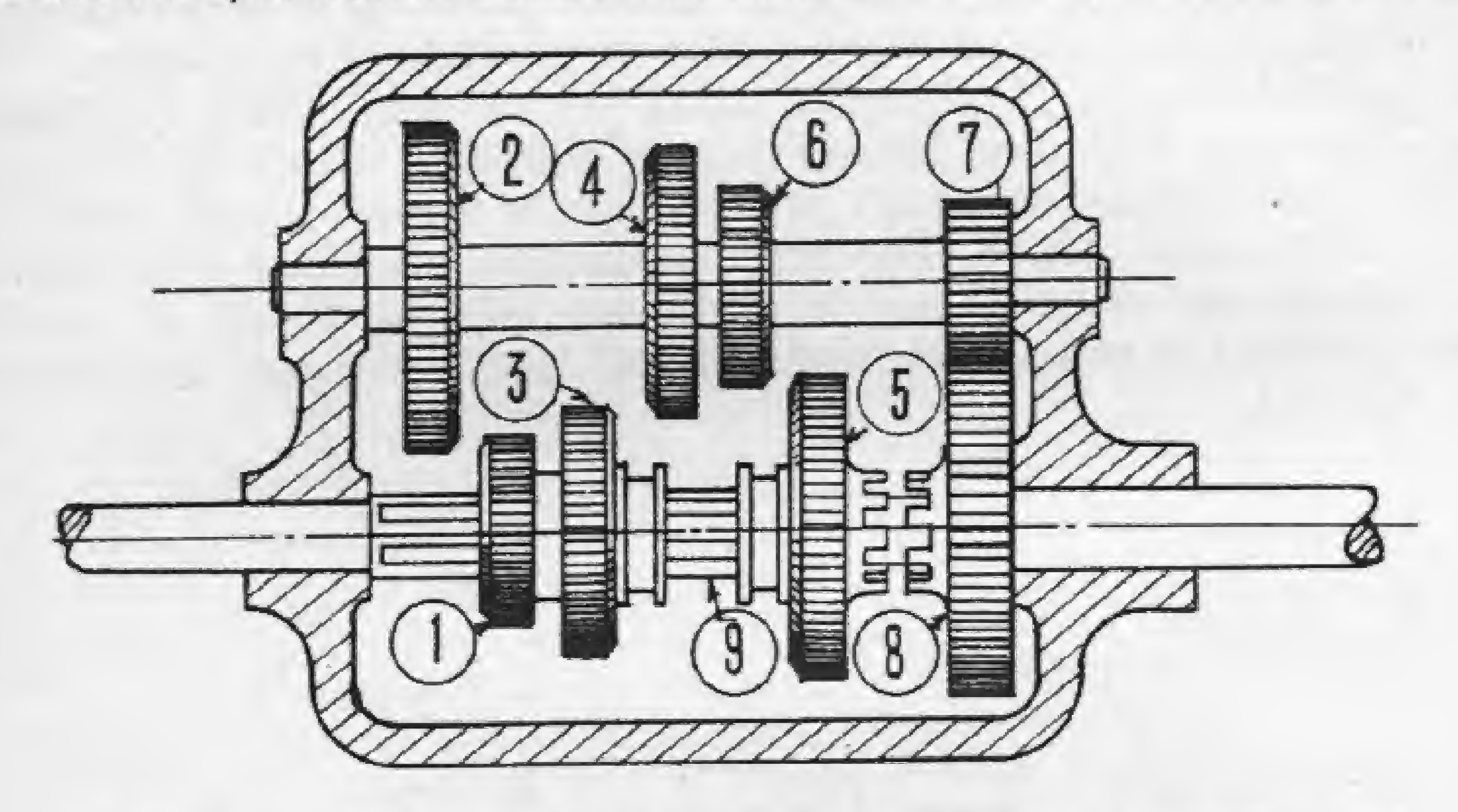


Fig. 3-3. Caja de velocidades de cuatro marchas. Se distingue el eje primario, el secundario y la forma de realizar el acoplo directo.

El conjunto de mecanismos que constituyen un cambio de marchas (llamado en algunos países cambio de velocidades), debido a los esfuerzos que tiene que resistir por la acción de los elementos que la componen, están contenidos en una caja de hierro fundido de forma adecuada para que se puedan realizar todas las maniobras necesarias.

Sus órganos principales son dos ejes colocados en prolongación el uno del otro, pero que pueden girar independientemente. El eje de entrada, llamado eje primario, recibe la energía que le comunica el embrague, y el de salida, denominado eje secundario, es el que comunica la fuerza mecánica al árbol de transmisión y, finalmente, a las ruedas motrices por medio del diferencial. Hay un tercer eje, llamado eje auxiliar, que tiene varios engranajes que pueden acoplarse, uno a uno, con otras tantas ruedas dentadas, fijas en el eje primario (fig. 3-3), de forma que el eje auxiliar da un determinado número de vueltas que depende exclusivamente de los respectivos diámetros de las ruedas que están en contacto.

En un extremo del eje auxiliar hay una rueda dentada que siempre está engranada con otra colocada en el eje secundario (el cual está conectado con el diferencial) de forma que el eje secundario tiene una velocidad angular que depende de la relación de los diámetros (primitivos, o de contacto de los dientes) de los dos engranajes que estén activos, uno del eje primario (conectado al embrague) y el otro fijo del eje auxiliar.

Veamos ahora algunos detalles constructivos de estos diversos elementos:

a) Los engranajes (2), (4), (6) y (7) están todos ellos fijos en el eje auxiliar, formando una sola pieza;

b) Las ruedas dentadas (1), (3) y (5), montadas sobre el eje primario, giran siempre con él, pero pueden deslizarse un determinado trayecto a lo largo de este eje, gracias a unos entalles longitudinales que permiten este movimiento rectilíneo simultáneamente con el de rotación.

c) Los engranajes (1) y (3) forman una sola pieza mientras que la rueda dentada (5) constituye una sola unidad con los dientes frontales: estos dientes son los que interconectan el eje primario con el eje secundario, con lo cual se obtiene la llamada "marcha directa", o simplemente directa.

Entre los numerosos sistemas de cambios de marchas, actualmente se utilizan los siguientes:

1) **Con toma directa,** de cuyo sistema hay dos variantes:
   a) Conexión permanente a continuación del embrague;
   b) Conexión en forma permanente atrás, antes del árbol de transmisión.
2) **Cajas de cambios de marchas silenciosas.**
3) **Cajas de cambios de velocidades sincronizadas.**

Estudiaremos todos estos sistemas porque son muchos los automóviles que los emplean y es necesario conocer bien los diversos mecanismos de cada uno de estos sistemas.

1. Cambio de marchas con toma directa

Las distintas marchas se obtienen de la manera siguiente:

Primera marcha

Teniendo desacoplado el embrague (y por consiguiente en estado de reposo el eje primario) se pone la manija del cambio

de velocidades en la posición de primera marcha, lo cual hace que el bloque (1-3) se desplace hacia la izquierda y la rueda dentada (1) engrane con la (2).

Si ahora vamos desplazando **muy lentamente** el pedal del embrague, el roce progresivo de los discos (fijos y giratorios) irán comunicando energía del motor al eje primario del cambio de velocidades y, por consiguiente, el eje auxiliar se pondrá a girar por la acción de los engranajes (1) y (2). Así continuarán las cosas hasta que el coche marche a una velocidad de 5 a 10 km por hora.

Segunda marcha

Una vez que el coche se mueve a una velocidad equivalente al paso de una persona, entonces es necesario pasar a la segunda marcha para lo cual se aprieta el pedal de embrague, desacoplándolo, con lo cual el eje primario deja de recibir fuerza del motor; en ese momento se mueve la manija de mando del cambio de velocidades (que está en la posición de primera marcha) y se pasa a la posición de la segunda marcha, lo cual se realiza desplazando el bloque (1-3) hacia la derecha, deslizándose por el eje primario de forma tal que la rueda dentada (3) encaja con la (4). Obtenido este cambio, se va aflojando lentamente el pedal del embrague para que se produzca nuevamente el acoplo, progresivamente, y así el eje primario comunicará al eje auxiliar la energía motriz y, desde este eje, se transfiere la energía al eje secundario por medio de los engranajes (7) y (8) que, recordémoslo, siempre están funcionando, engranados. Con la segunda marcha el coche puede alcanzar velocidades comprendidas entre 25 y 40 km por hora.

Tercera marcha

Se desembraga y se pasa la manija del cambio de velocidades a la posición de 3ª marcha, lo cual produce los movimientos siguientes de los engranajes: El bloque (1-3) se desplaza hasta situarse en la posición que tiene en la figura, es decir, queda sin engranar y, la rueda dentada (5) encaja con la (6), hecho lo cual se embraga nuevamente y la fuerza motriz se aplica al eje secundario a través de los engranajes (5) y (6) y luego, del (7) al (8).

Cuarta marcha

Se va acelerando hasta alcanzar velocidades de más de 50 km/hora. Conseguido, se desembraga y se pasa la manija del

cambio de velocidades a la posición de marcha directa, lo cual se traduce en que la rueda dentada (5) se desplaza hacia la derecha, perdiendo contacto con la (6): siguiendo su movimiento longitudinal, los dientes frontales encajan con los del eje secundario, desde cuyo momento los dos ejes, primario y secundario, quedan conectados en forma solidaria, es decir, como si fuesen un solo eje. En estas condiciones se desembraga y la fuerza motriz se comunica directamente desde el cigüeñal al árbol de transmisión, desde luego por intermedio del embrague, pero, sin intervenir ningún engranaje del cambio de velocidades.

Mediante las maniobras enumeradas se ha conseguido hacer pasar el coche de la posición de reposo a su plena marcha sin alterar el funcionamiento del motor y en forma progresiva y suave, si los cambios han sido efectuados por una persona hábil.

Observaciones importantes

Respecto del funcionamiento del cambio de velocidades hay que tener en cuenta las observaciones siguientes:

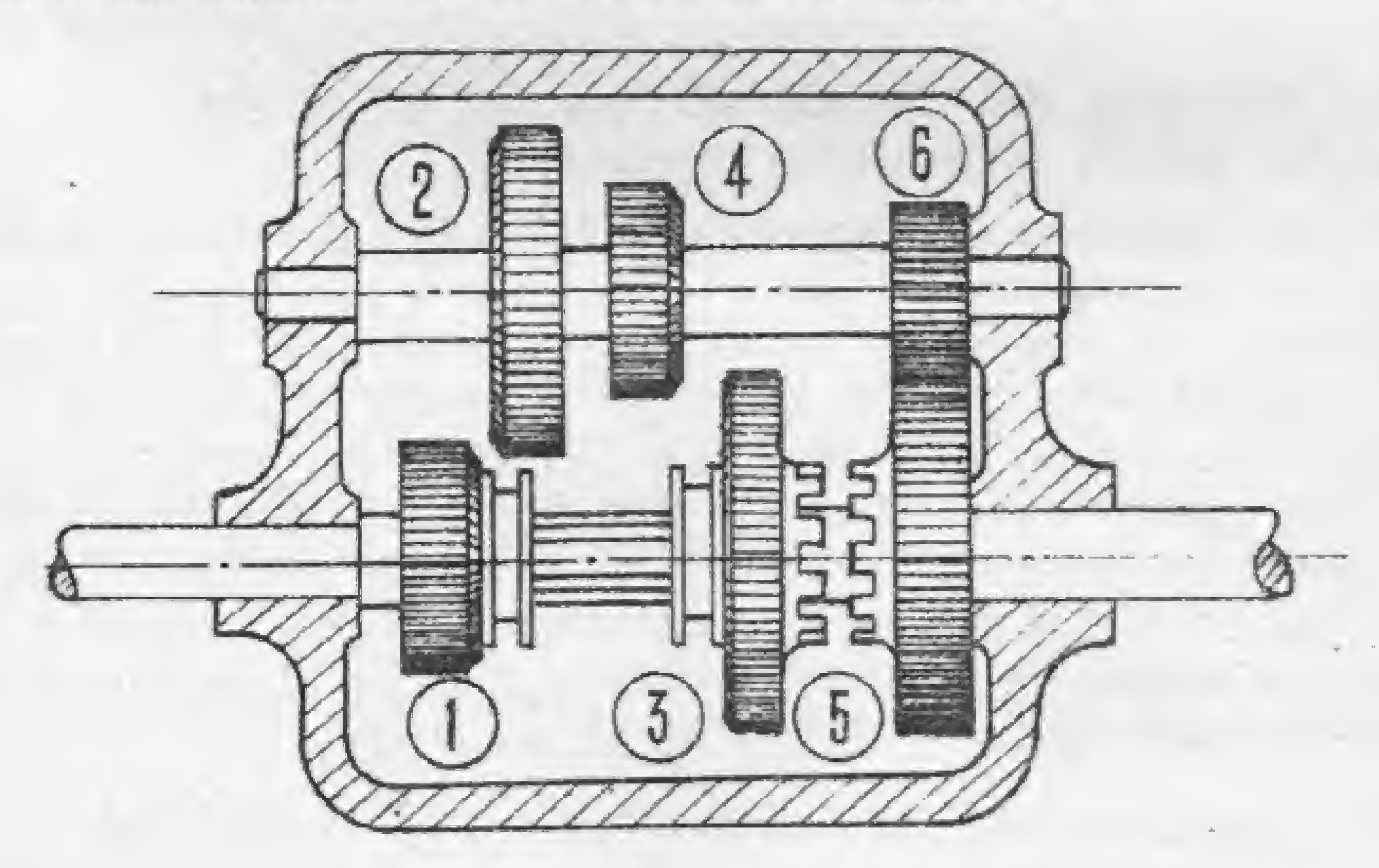


Fig. 3-4. Caja de velocidades de tres marchas, que, comparándola con la de 4 marchas, se ve su simplificación. Se utiliza en coches pequeños.

1) Los engranajes que transfieren la energía del eje primario al secundario sólo pueden tener en contacto una rueda dentada de cada eje a la vez.
2) Los engranajes (7) y (8) están siempre en contacto permanente, pero, el eje primario y el secundario están separados mecánicamente cuando funcionan los distintos pa-

res de engranajes que producen las distintas marchas del coche.

3) Cuando el eje primario y el secundario están unidos (por tener encajados los dientes frontales) o sea, cuando hay marcha directa, los engranajes (7) y (8) siguen engranados pero, ningún otro par de ruedas está encajado, de forma que aunque el eje auxiliar gira con las ruedas dentadas (2), (4) y (6), no producen ningún efecto con las del eje primario (1), (3) o (5).

El cambio de velocidades que se ha descrito tiene cuatro marchas. Los cambios que sólo tienen tres marchas poseen dos ruedas dentadas deslizantes (fig. 3-4), de manera que con (1) y (2) se obtiene la primera marcha; con (3) y (4) se conecta la segunda marcha y finalmente se pasa a la tercera (marcha directa en este caso) acoplando los dientes frontales.

La marcha atrás

La inversión del sentido de rotación de un engranaje puede realizarse con la disposición representada en la figura (3-5).

En (a) tenemos dos engranajes (1) y (2) que giran en sentido contrario. Si, como se indica en (b), intercalamos una tercera rueda dentada (3), habiendo previamente separado, o deslizado, el engranaje (2) para que no actúe simultáneamente con el (1), habremos conseguido que la rueda (2) gire en sentido contrario que en la disposición (a), o sea que ahora los dos engranajes (1) y (2) giran en sentido contrario. Si tenemos en cuenta que los engranajes (2) y (3) son los que accionan la primera marcha, es evidente que según se adopte la disposición (a) o la (b), el coche marchará hacia adelante (a), o hacia atrás (b).

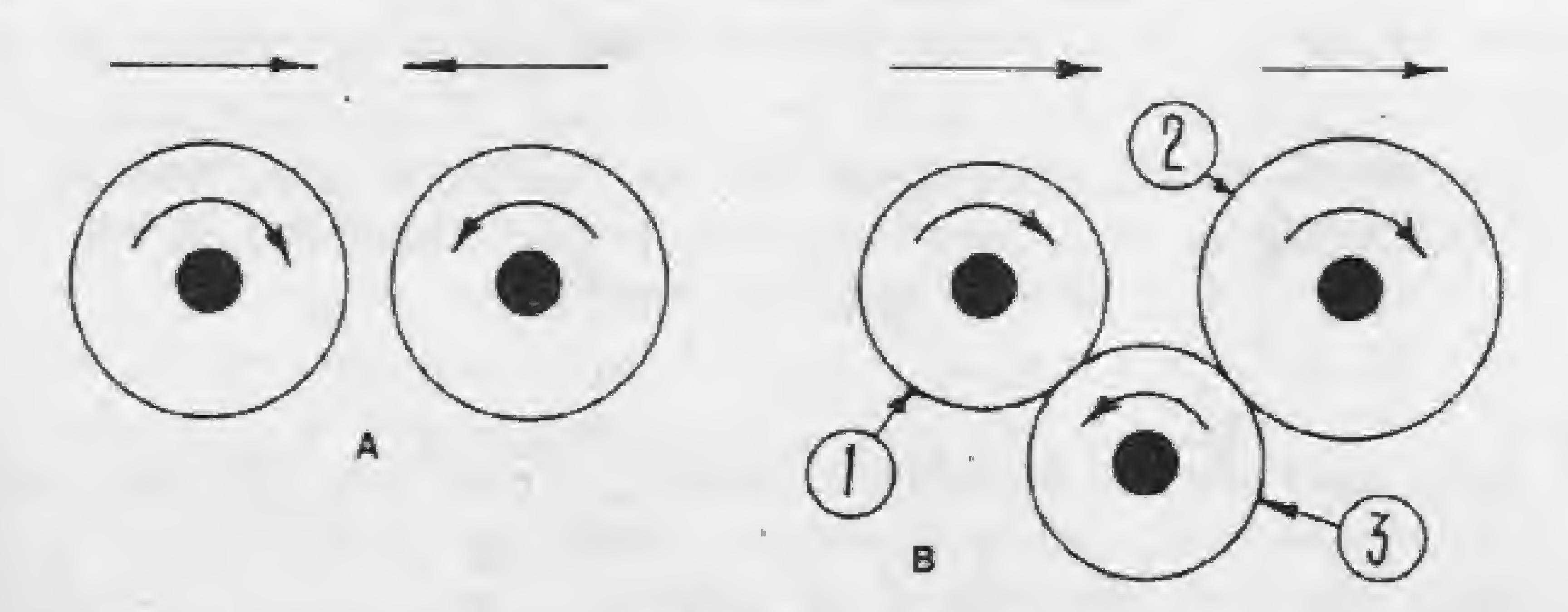


Fig. 3-5. Esquema del principio en que se funda la manera de obtener la marcha atrás en los coches mediante un tercer engranaje interpuesto.

Para que esta maniobra pueda efectuarse es necesario que el engranaje (2) pierda contacto con el (1) y, además, que la rueda dentada (3) engrane con (1) y (2), simultáneamente.

La realización práctica de este mecanismo difiere según los constructores de automóviles. Algunos prefieren que el grupo (2) y (3) sea basculante; otros, que el engranaje (2) se deslice, perdiendo contacto con el engranaje (1) y que entre en acción (engranando a ambos) el piñón (3), etc.

Los detalles constructivos no interesan, bastando con saber, concretamente, en qué consiste y cómo se obtiene la inversión de la marcha de un automóvil, que, siempre, se efectúa en la primera marcha.

Relación de las marchas

Los automóviles modernos, generalmente, tienen las siguientes demultiplicaciones de velocidades:

Coches con tres marchas

Realizan las demultiplicaciones: 1/4, 1/2, 1.

Esto significa que en la primera marcha el eje secundario da una vuelta por cada cuatro del eje primario (conectado al cigüeñal); que en la segunda marcha el eje secundario da la mitad del número de vueltas del eje primario y, en la tercera marcha, ambos ejes giran a la misma velocidad.

Coches con cuatro marchas

Las relaciones de demultiplicación acostumbran a ser las siguientes: 1/4; 1/2 (ó 1/2,6 según el constructor); 1/3 (ó 1/1,5 según la marca del coche) y 1 (directa).

Camiones, en general

Generalmente tienen cuatro marchas, con las siguientes relaciones de demultiplicación: primera marcha 1/4 a 1/5; segunda marcha, de 1/2,5 a 1/3; tercera marcha, de 1/1,6 a 1/1,8; 1/1, directa.

En los camiones de tracción pesada es costumbre encontrar "reductores de velocidad" del orden de 1/4 a 1/3, de forma que

los valores dados para los camiones en general se ven afectados por esa "demultiplicación". Por consiguiente, en realidad, el vehículo tiene ocho marchas distintas cuando el demultiplicador se pueda intercalar a voluntad, en los momentos que se exige del motor el máximo de su esfuerzo.

En todos los casos, la marcha atrás acostumbra a tener una relación de 1/4 en los coches y de 1/6 para los camiones.

Observación general

Es evidente que si el eje motriz (cigüeñal) está girando, por ejemplo, a 800 rpm, cuando se conecta la primera marcha, no es que el eje secundario del cambio de velocidades se ponga a girar a 800/4 = 200 rpm (más de tres por segundo) porque al comunicarse al eje de transmisión y, finalmente, a las ruedas motrices, se produciría una sacudida inadmisible y, además, se pararía el motor.

Es ahora cuando vemos claramente la misión que cumple el embrague: ir acoplando suavemente el eje motriz con el eje primario del cambio de velocidades, actuando como un acoplo elástico, progresivo, pasando de la velocidad cero (reposo) a la de 200 rpm, en, digamos, unos diez segundos. Cuando el mecanismo del embrague está bien construido y el conductor ya tiene la habilidad suficiente, se obtienen esos arranques suaves y continuados, progresivamente, que tan agradable impresión producen.

El número total de engranajes que contiene una caja de cambio de velocidades depende del numero de cambios de marchas (mejor dicho: del número de relaciones de demultiplicación) que contiene. En las cajas de tres marchas, o demultiplicaciones, el número total de engranajes es de siete: dos de fijos, dos de deslizantes, dos más formando el acoplo permanente del eje secundario y el eje auxiliar, teniendo finalmente un eje para la marcha atrás. Las cajas de cuatro demultiplicaciones (marchas) tienen un total de nueve engranajes: tres de deslizantes, tres de fijos, dos formando el acoplo permanente de los ejes secundario y auxiliar y además el engranaje que permite la marcha atrás.

AVERIAS Y CUIDADOS DEL CAMBIO DE MARCHAS

Los desperfectos que pueden presentarse en los diversos mecanismos del cambio de marchas (o de velocidades) pueden agruparse en la siguiente forma:

1. Cambio de marchas ruidoso en el punto neutro

Explicaciones previas

Cuando la palanca está en el punto neutro y el cambio de marchas produce ruidos estando el motor funcionando a poca velocidad, se presentan como un silbido o un zumbido. Si la avería proviene de los cojinetes se oye como un silbido y, en casos graves, una especie de ruido sordo. Cuando son los engranajes los causantes de la anomalía, entonces se oye un zumbido intermitente. Si el defecto reside en una desalineación entre el motor y el cambio de velocidades, entonces se oye como un ruido raspante, que se pone en evidencia después de haber estado funcionando el cambio de marchas durante un tiempo algo prolongado.

Causas que pueden ocasionar estos defectos

1. Desalineación del motor con el cambio de velocidades.
2. Cojinete del piñón de entrada del cambio gastado, sucio.
3. Los engranajes de funcionamiento constante están gastados, mal construidos, o estropeados.
4. Cojinetes del eje secundario sucios, gastados o rayados.
5. Buje del engranaje de la segunda velocidad del eje principal rayado, gastado, sucio, algo excéntrico.
6. Los engranajes de toma constante no engranan bien o no están acoplados en los juegos correspondientes.
7. Se ha reemplazado un solo engranaje en vez del juego completo.
8. El cojinete o el eje del engranaje de marcha atrás está gastado, rayado, descentrado, etc.
9. Engranaje libre de la marcha atrás defectuoso: gastado o mal construido.
10. El conjunto de engranajes del eje secundario tiene excentricidad.
11. Eje secundario torcido, gastado o mal construido.
12. El engranaje de la segunda marcha del eje secundario es excéntrico.
13. Holgura excesiva entre los engranajes de engrane constante.
14. Exceso de juego longitudinal del engranaje de marcha atrás, del piñón libre o del engranaje del eje secundario.

15. Cojinete principal del eje primario muy gastado o roto.
16. Lubricación insuficiente en el cambio de marchas.
17. El lubricante es inadecuado o de mala calidad.

2. **Cambio de marchas ruidoso estando funcionando**

Explicaciones previas

Los ruidos que se oyen del cambio de velocidades cuando la palanca de cambios está en la posición neutra, generalmente también se oyen cuando están engranando las distintas marchas, aunque, en este último caso, se oyen muy aumentados. Si tienen un sonido metálico agudo, generalmente son producidos por efectos torsionales del eje motriz; es un verdadero efecto de resonancia que se pone de manifiesto a velocidades bien definidas del motor, desapareciendo en otras.

Causas que pueden producir estas averías

1. Todas las que producen las anomalías estando el cambio en el punto neutro pueden también manifestarse ahora pero, más pronunciadas cuando se viaja a poca velocidad.
2. Al cambio de velocidades se transmiten períodos torsionales que pueden ser producidos por algunas de las causas siguientes:
   a) El amortiguador del embrague está mal ajustado, o inactivo.
   b) Resortes del amortiguador del embrague rotos o inadecuados.
   c) Placa de embrague sin amortiguador.
3. Cojinete posterior del eje primario del cambio de velocidades gastado o sucio.
4. Los dientes del engranaje desplazable del eje secundario están gastados, quemados, etc., es decir, en mal estado para poder funcionar debidamente.
5. Exceso de holgura del engranaje de la segunda marcha del eje primario.
6. El engranaje del velocímetro produce ruidos.

3. Escape de aceite del cambio de velocidades

Causas que pueden ocasionar esta avería

1. Exceso de aceite en la caja de cambio de marchas.
2. Hay juntas mal instaladas, averiadas, o faltan algunas.
3. Los cierres de aceite están mal instalados, o averiados.
4. Faltan anillos de aceite, averiados o mal instalados.
5. Tapones flojos, o con rosca averiada de la caja de cambios.
6. Pernos de la tapa del cambio flojos, faltan, o roscas estropeadas.
7. La tapa o la caja del cambio está rota o rajada.
8. El lubricante produce mucha espuma.

4. Dificultad en engranar las diversas marchas

Causas responsables de esta avería

1. No se desembraga totalmente el motor.
2. El embrague gira o se pega en el eje ranurado del piñón.
3. El engranaje corredizo está muy apretado en las ranuras.
4. Poco chaflán de los dientes del engranaje corredizo.
5. Las ranuras del eje principal están deformadas.
6. La corona del sincronizador va demasiado ajustada.
7. El mando de las varillas está mal ajustado.

5. Dificultad de sacar las marchas cuando están engranadas

Causas que pueden motivar esta avería

1. No se desembraga totalmente el motor.
2. Chaflán insuficiente en la esfera de la palanca de mandos.
3. El engranaje corredizo está apretado en el eje principal.
4. Las ranuras del eje principal están estropeadas.
5. El varillaje del mando de los cambios está mal ajustado.

6. La palanca del cambio salta cuando está en la velocidad directa

Causas que pueden producir esta avería

1. El motor y el cambio de velocidades están desalineados.
2. Los dientes del piñón están gastados o mal hechos.
3. Están gastados los dientes del manguito de embrague.
4. El resorte de la bola de la varilla del cambio de velocidades tiene una tensión insuficiente.
5. Chaflán excesivo en la muesca de la bola de la varilla de mando.
6. Deficiente ajuste del varillaje de mando del cambio.

7. La palanca de cambio salta cuando está en la segunda velocidad

Causas que pueden producir esta anomalía

1. Entre el engranaje de la segunda marcha y el de engrane permanente del eje primario hay un juego anormal.
2. Hay deficiencia en el desplazamiento longitudinal del engranaje desplazado de la segunda marcha en el eje primario.
3. Los dientes del engranaje de la segunda velocidad gastados o deformados.
4. Exceso de chaflán en la muesca de la bola de la palanca de cambios.
5. Mal ajuste del varillaje de mando de los cambios.

8. La palanca del cambio salta en la primera velocidad o en la marcha atrás

Causas que originan este defecto

1. El engranaje desplazable de la primera velocidad y de la marcha atrás está flojo en las ranuras del eje principal.
2. Los dientes de los engranajes anteriores están gastados.
3. Las ranuras del eje primario están estropeadas.

4. El engranaje de la primera velocidad del eje secundario está gastado.
5. El engranaje libre de la marcha atrás tiene los dientes gastados.
6. El engranaje anterior tiene un juego longitudinal excesivo.
7. Engrane insuficiente entre los engranajes correspondientes.
8. Exceso de chaflán en la muesca de la esfera de la palanca de mando.
9. El varillaje del mando de los cambios de marchas está mal ajustado.

AUTOEXAMEN

1. *Si en una palanca, desde el punto de apoyo al extremo donde se aplica la fuerza tiene 70 cm y desde el punto de apoyo a donde se aplica la fuerza tiene 3,5 cm (palanca de cambio de marchas), si se aplica con la mano una fuerza de 6 kg, ¿cuál es el efecto de la fuerza en el otro extremo de la palanca?*
2. *Si tenemos dos engranajes cuyos diámetros, exteriores, tienen 280 mm y 35 mm (rueda dentada y piñón), ¿cuántas vueltas dará el piñón por cada vuelta de la rueda?*
3. *Si un cambio de marchas tiene una demultiplicación 1/4 y el piñón tiene 28 dientes, ¿cuántos dientes tiene la rueda?*
4. *El piñón de un motorcito de arranque tiene 14 dientes y la corona fija al volante del embrague 420 dientes. ¿Cuántas vueltas dará el piñón para que el cigüeñal dé una vuelta completa?*
5. *¿Cuáles son las tres formas fundamentales de los sistemas de los cambios de marchas?*
6. *¿Cuántos ejes tiene una caja de cambio de marchas?*
7. *¿Qué diferencia hay entre una caja de 3 velocidades y otra de 4 marchas?*
8. *¿Cuántas maniobras hay que realizar para pasar de una marcha a la siguiente?*
9. *¿Qué debe hacerse para poner en marcha un coche?*
10. *¿Cómo se realiza la marcha atrás?*

11. *¿Cuáles son las demultiplicaciones más usuales en los coches de tres y de cuatro marchas?*
12. *¿Qué demultiplicaciones acostumbran tener en la marcha atrás los coches y los camiones?*
13. *¿Cuántos engranajes tiene una caja de cambio de velocidades de tres marchas? ¿De cuatro marchas?*
14. *¿Cuál es la maniobra más delicada al efectuar un cambio de marchas?*

Capítulo IV

CAMBIOS DE MARCHAS SILENCIOSOS

Los cambios de velocidades producen ruidos debido a los choques de los dientes entre sí por una parte y, por otra, al interconectar dos engranajes cuando se pasa de una marcha a otra.

La solución que ha dado mejor resultado ha sido adoptar dientes helicoidales (inclinados siguiendo la forma de una hélice) en vez de dientes rectos. Al ser inclinados, como que siempre hay varios dientes en contacto permanente que transmiten la fuerza, no se producen choques entre ellos y, por consiguiente, no hay ruidos.

El inconveniente de emplear dientes helicoidales surge al efectuar los cambios de marchas debido a que estos engranajes no encajan tan fácilmente como los rectos. Para solucionar este inconveniente se han ideado diversos sistemas con el fin de conseguir que los engranajes se desplacen siguiendo la trayectoria helicoidal que tienen los dientes.

El procedimiento mencionado es muy complicado de fabricación por las guías ranuradas helicoidales de los ejes y los bujes de los engranajes; por esó se ha buscado una solución mixta que consiste en realizar el acoplo de las marchas mediante pequeños engranajes auxiliares, con dientes rectos, y efectuar la transmisión de la energía mecánica del motor en las distintas marchas mediante engranajes helicoidales que giran engranados en forma permanente pero sin arrastrar el eje, es decir, que giran libremente (locos). La misión de estos pequeños engranajes rectos, deslizables con entalles sobre del eje, son pues, los que permiten que los engranajes helicoidales, solidarios en forma permanente del eje correspondiente a su respectiva

marcha, transmitan la fuerza, del motor al árbol de transmisión, en forma silenciosa. Veamos ahora cómo funciona este mecanismo.

La figura 4-1 representa un cambio de marchas silencioso, en forma esquemática, teniendo en cuenta lo siguiente: Que el eje primario tiene solidario el piñón (1) que transmite, en forma continua, la fuerza al eje auxiliar (A) mediante el engranaje (2); que

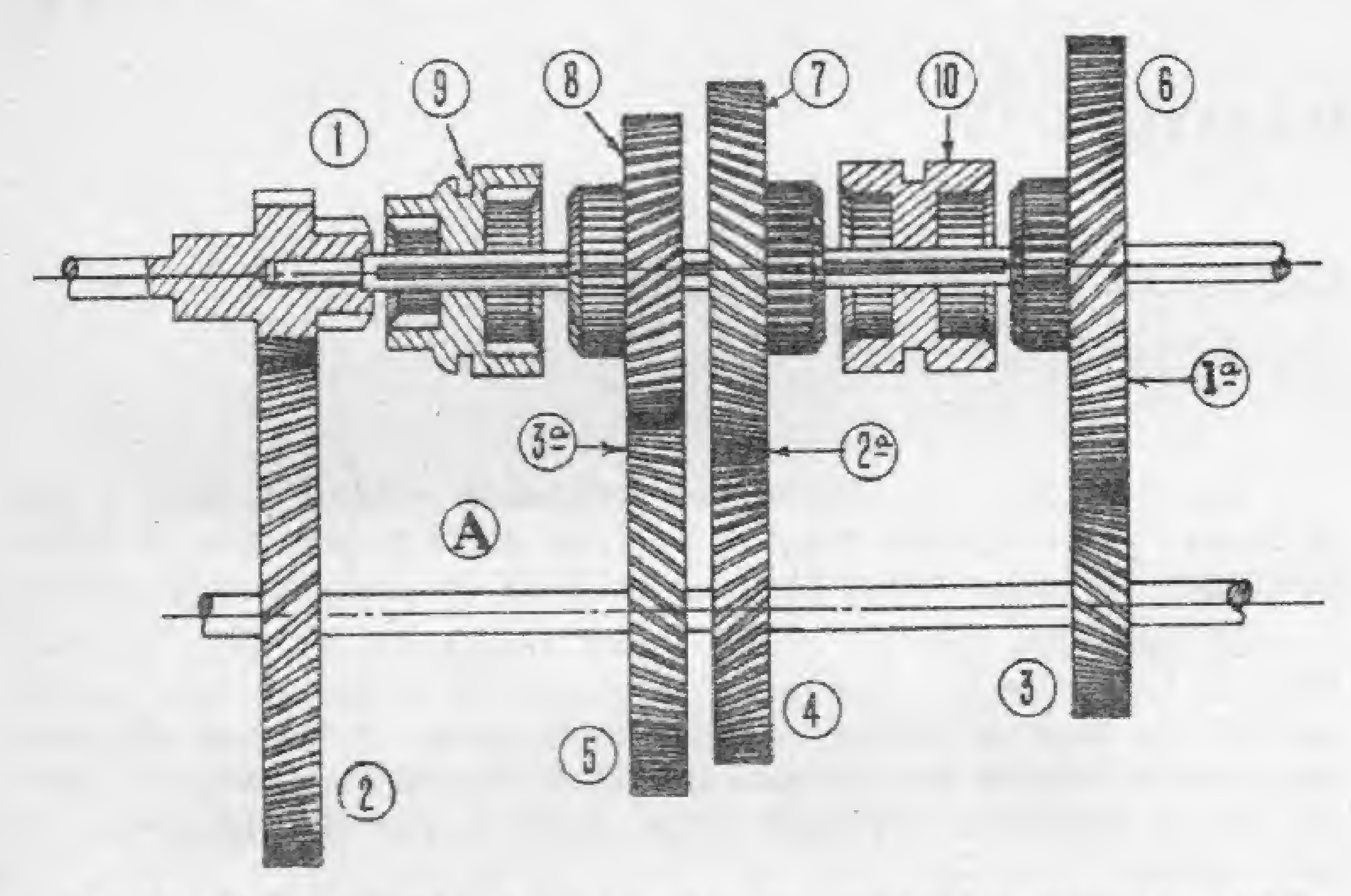


Fig. 4-1. Representación de un cambio de velocidades silencioso. Observe la disposición de los engranajes helicoidales, que son, precisamente, los que evitan la producción del ruido característico que hacen los engranajes rectilíneos. Los bloques (9) y (10) son los que producen el acoplo de los engranajes helicoidales para las diferentes marchas.

este piñón tiene adherido otro de menor diámetro cuyo objeto veremos luego. Este bloque tiene una cavidad cilíndrica destinada a alojar el extremo izquierdo del eje secundario, de forma que le sirve de apoyo, aunque puede girar libremente, por consiguiente estos dos ejes, primario y secundario, giran independientemente.

En el eje secundario están fijos con este eje los engranajes (3), (4) y (5), que engranan en forma permanente con los engranajes (6), (7) y (8) que corresponden a la 1ª, 2ª y 3ª marchas. Estos tres últimos engranajes giran libres en el eje secundario y tienen solidarios (formando una sola pieza), pequeños piñones con dientes rectos, similares al que tiene el piñón (1) del eje primario.

Sobre el eje secundario, mediante unas ranuras rectas, pueden deslizarse dos bloques (9) y (10), los cuales tienen unos encastes dentados que pueden encajar con los piñones acoplados a los engranajes helicoidales, de suerte que girando los dos pares de bloques (9) y (10) con el eje secundario (pero, pudiendo desplazarse longitudinalmente) resulta que según sea el piñón que hagamos engranar con los encastes dentados de estos bloques pondremos en acción una marcha u otra y, por consiguiente, haremos que el engranaje helicoidal correspondiente se ponga a girar con el eje secundario transmitiendo entonces la fuerza motriz, del cigüeñal, al árbol de transmisión.

Para explicar, en forma concreta, cómo funciona este cambio de marchas silencioso, veamos las distintas etapas que se realizan cuando se pone un coche en marcha.

Primera velocidad

Desembragar, correr el bloque (10) hacia la derecha de manera que el encaste dentado encaje con el piñón que tiene el engranaje helicoidal (6); como que ahora este engranaje se habrá hecho solidario con el eje secundario, resulta que la energía motriz procedente del engranaje (3) ahora se transmite al árbol de transmisión y luego a las ruedas motrices.

Segunda marcha

Se desembraga y luego se corre el bloque (10) hacia la izquierda con lo cual se efectúan dos operaciones: se desconecta el eje secundario del engranaje (6), por lo que a la transmisión de energía se refiere [aunque sigue girando por la acción del engranaje (3) en forma permanente] y entra en acción el engranaje (7), o sea, la segunda marcha.

Tercera marcha

Desembragar, dejar el bloque (10) en punto neutro y correr el bloque (9) hacia la derecha con lo cual queda inactivo el engranaje (7) y entra a funcionar el (8), correspondiente a la tercera marcha.

Cuarta velocidad

Se desembraga y se desplaza el bloque (9) hacia la izquierda con lo cual: se desconecta la tercera marcha y se conecta la cuarta, por quedar solidarios los ejes, primario y secundario.

Cambios de marchas sincronizadas

El punto más delicado del manejo de un automóvil es efectuar los cambios de las velocidades en forma correcta y exacta. Generalmente se necesitan años de manejo para realizar esta operación con verdadera habilidad. La dificultad está en acoplar los engranajes en el instante preciso, de lo contrario se producen ruidos inadmisibles, sacudidas de la marcha del coche, desgaste prematuro de los engranajes, etc. Considerando lo que sucede cuando se efectúan los distintos cambios se observa que las dificultades de encajar los engranajes en el momento preciso no

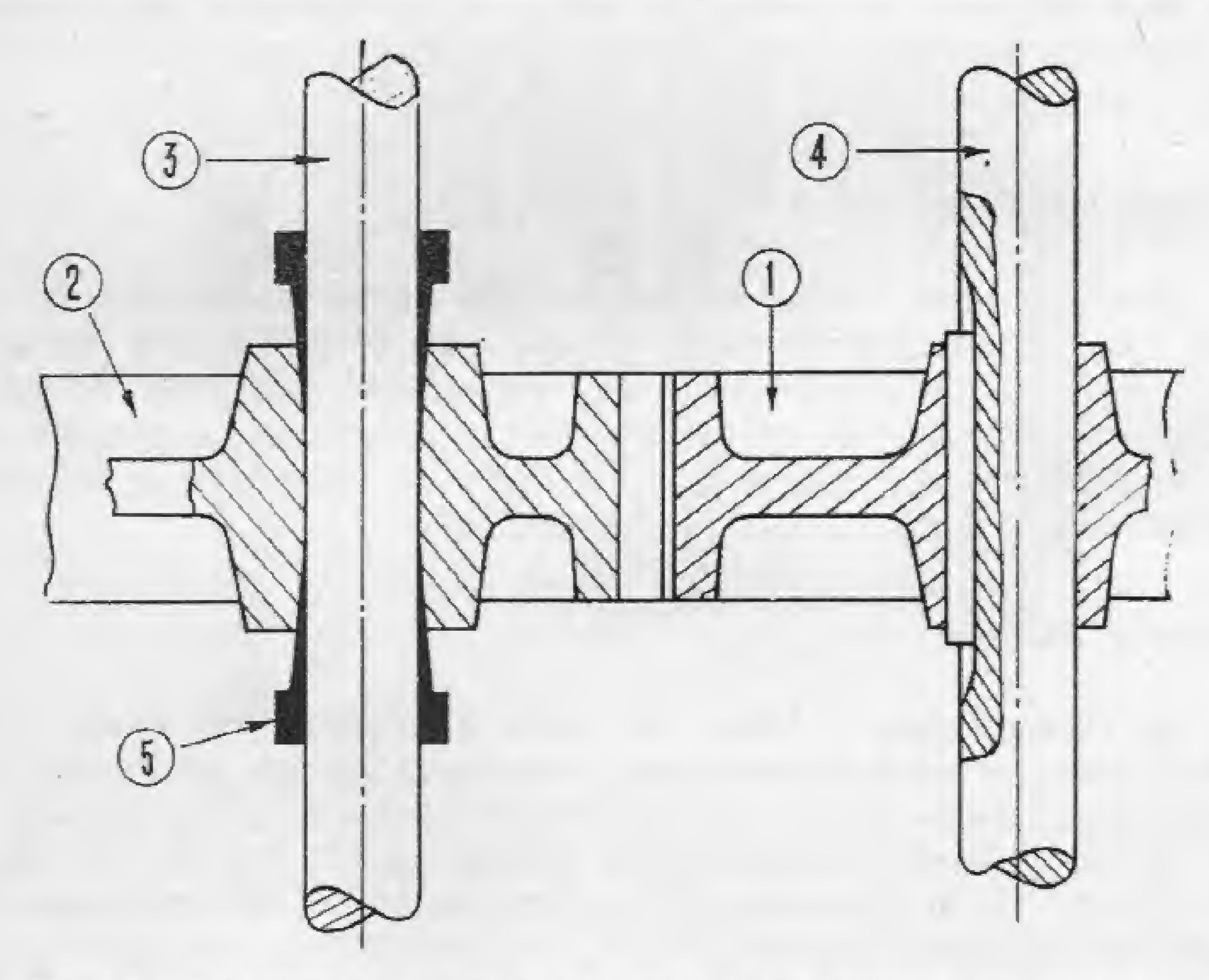


Fig. 4-2. Representación esquemática del fundamento del sincronizador. (4) Es el eje que mueve el engranaje (1), engranado en forma permanente con el (2), el cual gira sobre del eje (3) libremente. Dos cuñas, (3) y (5), pueden desplazarse y apretar el buje del engranaje (2) de tal forma que entonces se haga solidario y gire con el eje (3), desde cuyo momento el engranaje (1) hace girar el (2) y, por consiguiente, se habrá conseguido que el eje (4) comunique la energía al eje (3).

ocurren al poner el coche en marcha ni al pasar de la primera velocidad a la segunda porque los engranajes se mueven lentamente en ambos casos; los inconvenientes surgen al pasar a la tercera marcha y a la cuarta (cuando la hay) y, especialmente, al pasar de una marcha a la inferior.

Para salvar el inconveniente de saber cuándo los dos engranajes que deben conectarse tienen exactamente la misma velocidad periférica, se ha recurrido a un procedimiento muy sencillo: se los deja siempre engranados. La dificultad ha desaparecido pero el mecanismo del cambio de marchas se ha complicado debido a que una de las dos ruedas dentadas debe poseer un dispositivo capaz de hacerla girar libremente, o bien, que se haga solidaria del eje en que está montada en el preciso momento de hacer entrar en función la marcha correspondiente.

Según las marcas y modelos de coches hay cajas de cambios de marchas que tienen una o dos marchas sincronizadas, siempre las más elevadas. En los coches de tres marchas generalmente están sincronizadas la segunda con la tercera y ésta con la cuarta, o directa; en pocos coches se utiliza el paso de la primera a la segunda sincronizada.

La forma de operar es muy sencilla. Para pasar, por ejemplo, de la segunda marcha a la tercera, se desembraga y acto seguido se saca la manija de la posición de segunda y se pasa a la de tercera marcha, cuidando de apretar suavemente hasta que se sienta en la presión de la mano que el mecanismo ya ha funcionado. Desde ese momento el engranaje que hasta entonces giraba libremente se ha hecho solidario del eje en que giraba y, por consiguiente, la tercera marcha ya funciona.

Fundamento del sincronizador

El mecanismo que realiza los cambios de marcha sincronizados se denomina "sincronizador". Su funcionamiento se indica en la figura 4-2 que servirá de base a nuestras explicaciones.

Vemos en esta figura dos engranajes (1) y (2), el primero está fijo al eje (4), mientras que el segundo puede girar libremente sobre el eje (3). Dos cuñas circulares (5) (conos) pueden deslizarse sobre el eje (3), girando con él por la acción de unas entallas que encajan mutuamente las cuñas y el eje. Así las cosas, el engranaje (1) gira con el eje (4) moviendo, en forma continua la rueda dentada (2), pero, sin que el eje (3) se vea afectado porque este engranaje gira libremente sobre dicho eje. Si queremos se ponga en movimiento del eje (3) por la acción del engranaje (1) haremos desplazar las cuñas circulares en las direcciones interiores, acercándose, y así aumentará su contacto mutuo; como estas cuñas son solidarias con el eje (3) el engranaje (2) cada vez arrastrará más el eje, llegando un momento (cuando las cuñas estén completamente encajadas) que estarán sólidamente unidos y la energía mecánica del eje (4) se comuni-

cará al eje (2) por intermedio de los engranajes de las ruedas (1) y (2), es decir, se habrá conseguido su acoplo total girando ambas ruedas sincrónicamente.

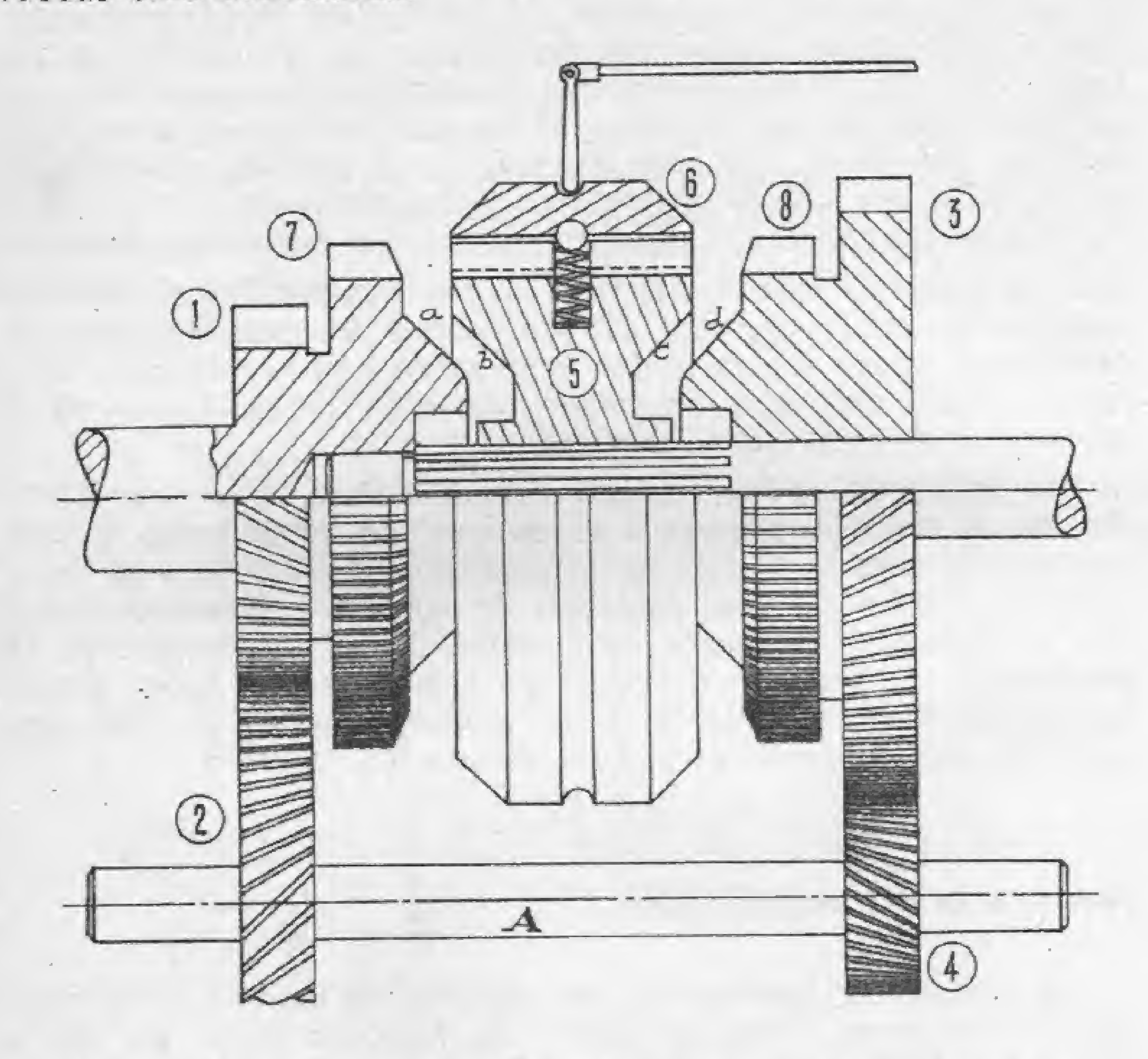


Fig. 4-3. Elementos que componen el mecanismo del sincronizador de velocidades. El bloque (5), que gira con el eje primario, permite que encaje la corona (6) con los engranajes (7) u (8), según sea la la marcha que se conecta.

Conviene reparar bien que: las dos ruedas dentadas (1) y (2) siempre están engranadas y, por lo tanto, como que no hay que hacer ninguna maniobra para encajarlas, es imposible hacer mal la coincidencia exacta de los dientes del engranaje (1) con los de (2), como ocurre tan frecuentemente con los sistemas usuales de cambios de velocidades; b) las cuñas (5) al ir aumentando su adherencia con el buje de la rueda (2) van poniendo progresivamente en marcha al eje (3), de ahí que el cambio se hace en forma suave en vez de la abrupta que se produce cuando se encajan los dientes de dos engranajes en los sistemas de cambios de marchas no sincronizados.

El sincronizador

Entre los numerosos sistemas existentes voy a describir el más utilizado (figura 4-3). Representa un sincronizador para dos marchas, por ejemplo, pueden ser la segunda y la tercera que sería la marcha directa en un coche que sólo tenga tres relaciones de velocidad.

En el eje auxiliar A están los engranajes multiplicadores (2) y (4) fijados sólidamente pues forman una sola pieza con dicho eje.

El eje primario tiene en su extremo el engranaje (1), que engrana con el (2); estos dos engranajes siempre están activos: son los que comunican al eje auxiliar A su rotación permanente. El eje secundario tiene su extremo izquierdo apoyado en un orificio practicado en el centro del engranaje (1), pero, ambos pueden girar independientemente.

Entre los engranajes (1) y (3) se encuentra el sincronizador propiamente dicho. Se compone de dos piezas principales: un engranaje (5) que gira con el eje primario, pero, que puede deslizarse hacia la derecha o la izquierda por la acción del cambio de marchas; una corona (6), con los dientes en el interior, que engrana, en forma permanente, con los de la pieza (5). Para evitar que la corona (6) se desplace lateralmente hay varios dispositivos de bolilla y resorte que la mantienen en su posición correcta, tal como se representa en la figura. Las ruedas dentadas (1) y (3) tienen cada una de ellas un engranaje suplementario, (7) y (8), destinados a engranar con la corona (6) cuando ésta se desplaza lateralmente por la acción del mecanismo de mando del cambio de marchas, según veremos luego. En consecuencia, los engranajes (1) y (7) forman una sola unidad con el eje primario, y a la vez, este bloque sirve de soporte al extremo del eje secundario; asimismo, los engranajes (3) y (8) forman una sola pieza, la cual puede girar libremente sobre el eje primario. Resta ahora añadir que los dos bloques de engranajes tienen interiormente la forma de dos troncos de cono y que el cuerpo de la rueda dentada del sincronizador (5) también tiene forma cónica para encajar con los anteriores (fig. 4-4).

Cómo funciona el sincronizador

Si queremos pasar de la tercera marcha a la cuarta procederemos de la forma siguiente: a) Desembragaremos; b) mediante la maneta de mando del cambio desplazaremos hacia la izquierda el equipo deslizante (piezas 5 y 6) de tal suerte que los conos

(a) y (b) se pondrán en contacto y, por la adherencia progresiva de ambos el bloque formado por los engranajes (1) y (7) gira a la misma velocidad (sincrónicamente); continuando la presión con la mano de la empuñadura de mando del cambio de velocidades, como que los dos conos (a) y (b) ya están adheridos, entonces la corona dentada (6) se desplaza hacia la izquierda, venciendo el esfuerzo de las bolillas de acero encastradas en las cavidades correspondientes por la acción de los resortes; como resultado de todo esto los dientes de la corona (6) penetran en los del engranaje (7), quedando por lo tanto conectado mecánicamente con

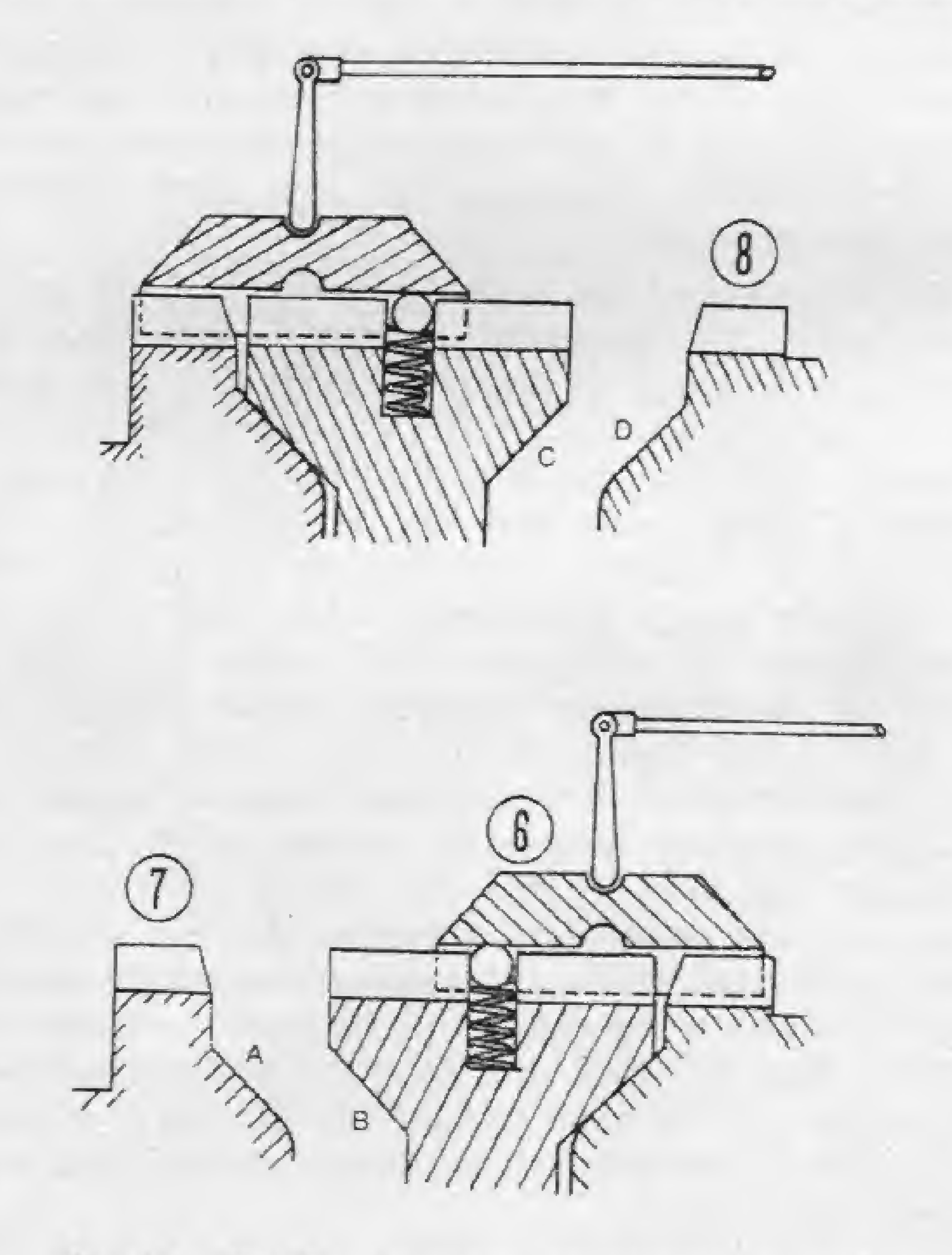


Fig. 4-4. Detalle de cómo se efectúa el paso de la corona (6) del engranaje (7) al engranaje (8) en los momentos en que el bloque (5) gira sincrónicamente con (7) o con (8), gracias al roce de las superficies cónicas a y b.

el sincronizador y, por ende, con el eje primario: hemos hecho solidarios de sus movimientos al eje primario y al secundario (fig. 4-4), o sea el cambio de la tercera marcha a la cuarta, o direc-

ta, en forma silenciosa, suave y sin peligro de dañar los engranajes.

La maniobra vemos que se compone de dos partes: una consiste en poner los dos conos en contacto para que debido a su mutua adherencia el cono motriz ponga en movimiento sincrónico al otro; la segunda parte de la maniobra se realiza deslizando la corona para obtener el engrane con la rueda dentada correspondiente. Todo esto puede parecer complicado, pero no lo es en realidad debido a que bien pronto se adquiere la habilidad necesaria, guiada por el tacto de la presión que se siente en la palma de la mano: la primera etapa (poner en contacto los dos conos), se efectúa durante unos pocos segundos y cuando ya se **siente** que el acoplo de los dos conos se ha efectuado, entonces se da otro empujón suave a la maneta de mando, se vence el esfuerzo de las bolillas encastadas y la corona se desliza penetrando en los dientes del engranaje de la marcha que se ha sincronizado. La maniobra ha terminado, bastando unos cuantos segundos para realizarla.

Cajas de marchas sincronizadas

Presentaremos ahora un cambio de velocidades de dos automóviles modernos, para así ver cómo se realizan los cambios en las cajas de velocidades sincronizadas.

La figura 4-5 representa el conjunto de los mecanismos del Fiat 1100. Con la maneta (1) colocada junto al volante, actúa la horquilla (16) que desplaza lateralmente los conos de fricción y los engranajes de acoplo, tal como se ha descrito oportunamente. En el detalle de la derecha se representa el mecanismo empleado para obtener la marcha hacia atrás, por medio del piñón auxiliar (19). Esta figura ilustra la más alta técnica de un conjunto de cambio de marchas que reúne lo más perfecto que actualmente se construye.

Sistemas de palancas de mano

Para desplazar los engranajes de la caja de cambio de marchas, para pasar de una velocidad a la siguiente, se utiliza una maneta que acciona una palanca en cuyo otro extremo actúan el mecanismo que mueve los engranajes. Para efectuar esta maniobra existen tres sistemas fundamentales, que son:

a) Mando a horquilla, que utilizaban los vehículos antiguos y aún, actualmente, lo emplean algunos camiones grandes, de tracción pesada.

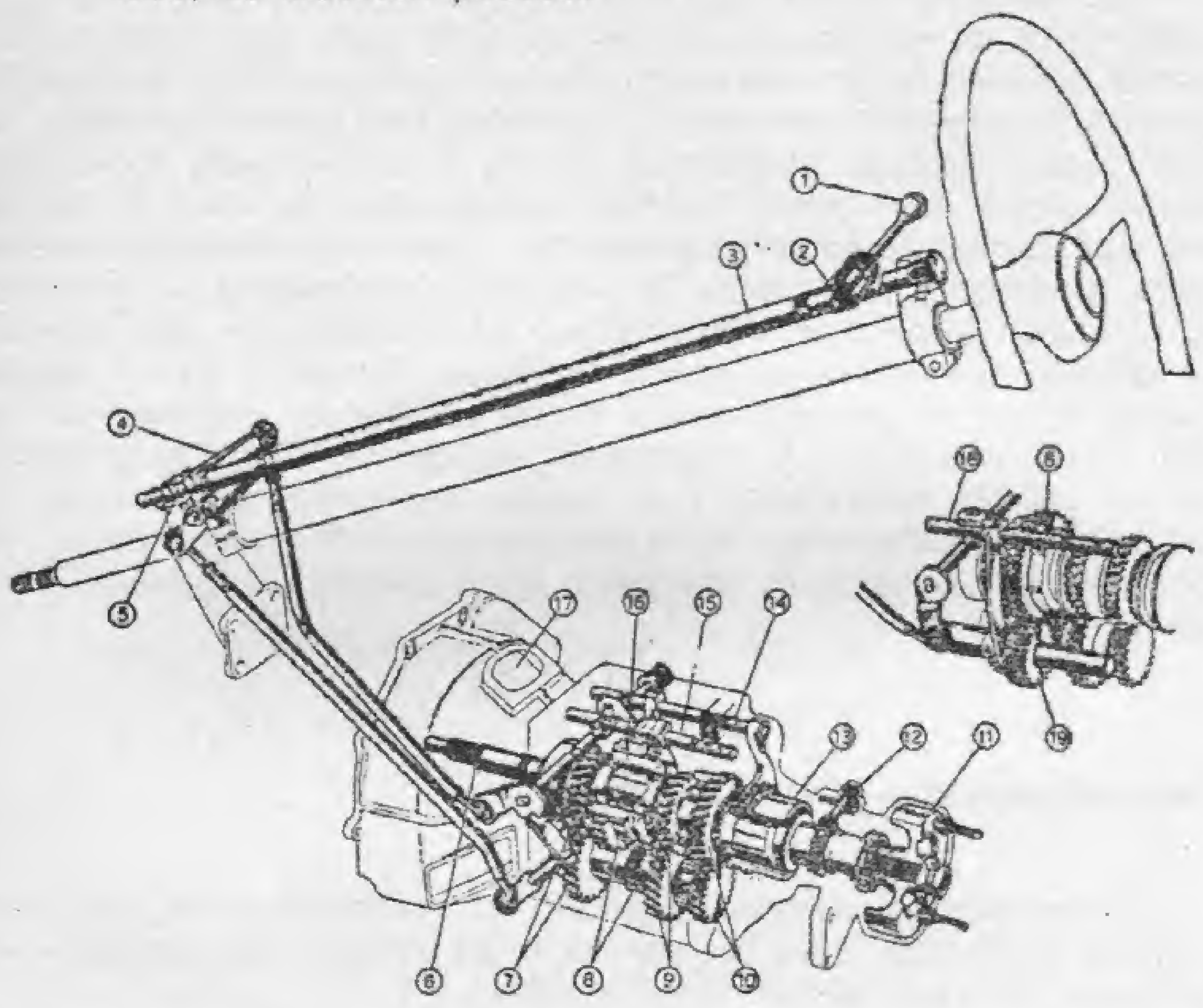


Fig. 4-5. Mecanismo de un cambio de velocidades sincronizadas. (1) Palanca de cambio de marchas; (2) rótula de la palanca 1; (3) tubo giratorio; (4) palanca de la 3ª y 4ª marchas; (5) palanca de la 1ª y 2ª marchas; (6) eje del embrague; (7) engranajes en conexión permanente; (8) engranaje de la 1ª velocidad y marcha atrás; (9) engranaje de la 3ª velocidad; (10) engranaje de la 2ª velocidad; (11) polea del freno a mano sobre la transmisión; (12) sistema de engranajes del mando del velocímetro; (13) manguito sincronizador de la 2ª velocidad; (14) pasador y horquilla de mando de la 1ª y 2ª velocidad; (15) pasador y horquilla de mando de la 3ª y 4ª velocidad; (16) manguito sincronizador de la 3ª y 4ª marchas; (17) abertura para inspeccionar el embrague; (18) pasador y horquilla para el mando de la marcha atrás; (19) engranaje intermedio de la marcha atrás (cortesía de Fiat Argentina, S.A.)

b) Palanca articulada con una rótula (fig. 4-6), la posición de cuyas respectivas marchas tiene que saberse de memoria porque no hay ningún indicio que las señale. Este es el sistema que se ha empleado en los últimos años habiendo coches, actualmente, que todavía lo emplean.

c) Mando a maneta, colocada en el armazón o tubo del volante de dirección (fig. 8), siendo este sistema muy usado actualmente en coches de categoría. Al mover la empuñadura la palanca se sitúa en la posición correspondiente a la marcha que se quiere; el otro extremo de la palanca penetra en la ranura del engranaje correspondiente, con lo cual encaja sus dientes con el engranaje de esa marcha.

En los cambios de marcha sincronizados, en vez de mover los engranajes se desplazan los sincronizadores, según puede verse claramente observando la figura 4-5.

Mecanismos suplementarios

Hay ciertos mecanismos suplementarios del cambio de marchas que los utilizan muchos vehículos cuya finalidad es no sólo

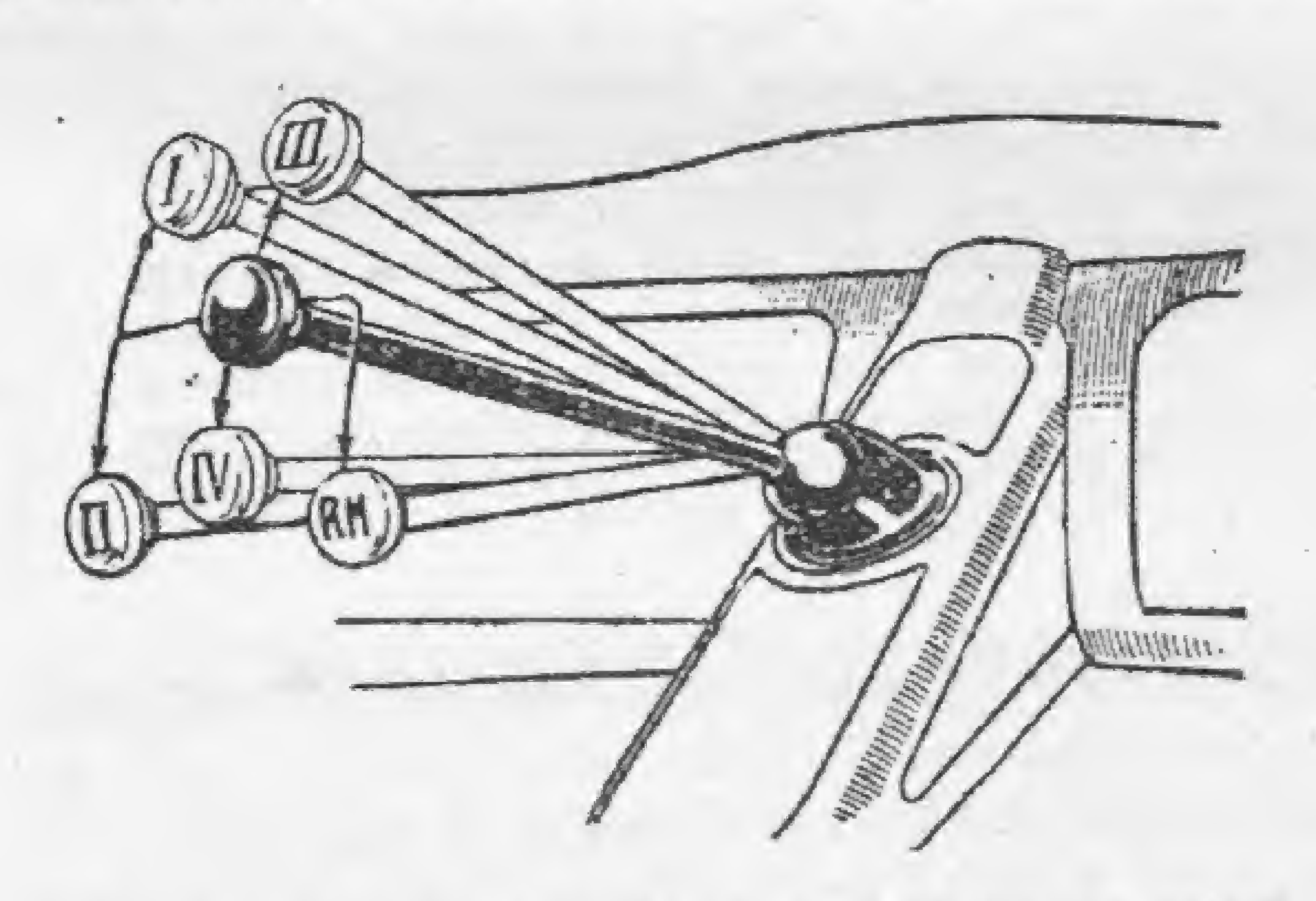


Fig. 4-6. Mando del cambio de velocidades con palanca articulada a rótula. Hay cuatro marchas y la de retroceso.

facilitar los cambios sino que, además, ayudan el funcionamiento del motor cuando se exige de él el máximo de su potencia. En el próximo capítulo nos ocuparemos de estos mecanismos, siendo los dos principales la **rueda libre** y las **sobremarchas**.

Digamos, finalmente, que los engranajes utilizados en los cambios de marchas están fabricados con aceros especiales, extraduros, para que puedan resistir los dientes esfuerzos tangenciales de 20 a 30 kg por mm^2. Estas piezas son sometidas a

tratamientos térmicos adecuados, templados al aceite y rectificados los dientes con una precisión no menor de 1/100 de mm. Los dientes frontales de la toma directa, como que tienen que recibir directamente los impactos de energía motriz, son de un número reducido.

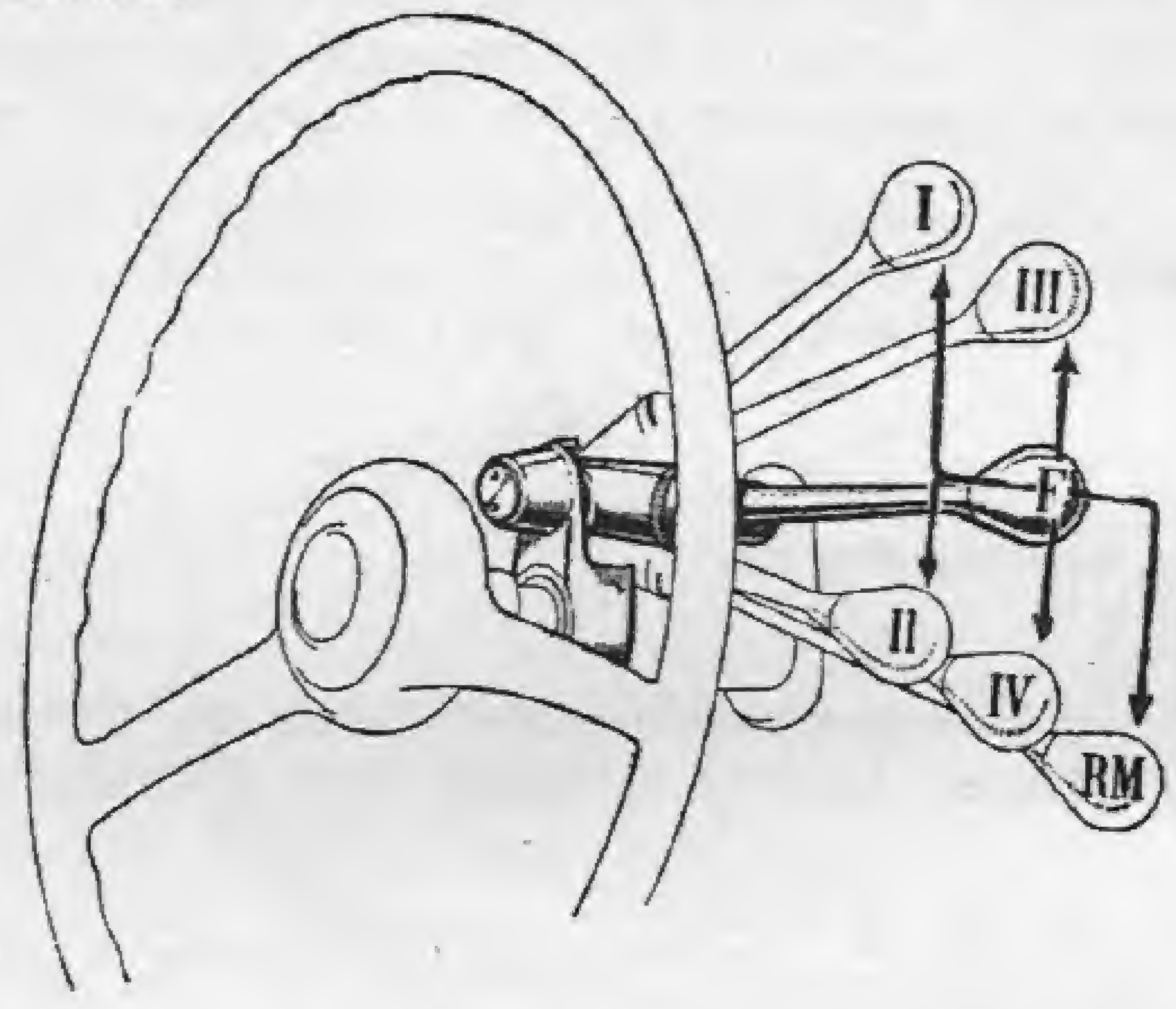


Fig. 4-7. Mando del cambio de marchas con maneta articulada en el volante. Tiene cuatro marchas hacia adelante y la marcha de retroceso. Todo el mecanismo está montado justo debajo del volante de dirección, para mayor comodidad del manejo.

AUTOEXAMEN DE LAS MARCHAS SINCRONIZADAS

1. *¿Por qué causan ruidos los cambios de marchas?*
2. *¿Cómo puede evitarse y que sean silenciosos?*
3. *¿Qué inconveniente se presenta en los cambios silenciosos?*
4. *¿En qué consiste el cambio de marchas sincronizado?*
5. *¿Qué mecanismo permite la sincronización de las marchas?*
6. *Describa, brevemente, el principio del funcionamiento del sincronizador.*
7. *¿Tiene una idea de cómo funciona el cambio sincronizado Fiat 1100?*
8. *¿Cuáles son los tres sistemas de palancas de mano para realizar los cambios de marchas?*
9. *¿Cuáles son los dos mecanismos suplementarios más importantes en los cambios de marchas?*

Capítulo V

SUPERMARCHAS

Este mecanismo, colocado a continuación de la caja del cambio de marchas, si se aplica a un coche que sólo tenga tres marchas (primera, segunda y directa) se obtiene una supersegunda y una supertercera, sin intervenir el embrague ni la palanca de cambios, lo cual representa, en realidad, que ese coche pasa a tener cinco marchas en vez de tres. No obstante, el mecanismo de supermarchas también tiene sus limitaciones: no se aplica a la primera velocidad.

La aplicación práctica de las supermarchas, en inglés overdrive (pron. overdráif) se pone de manifiesto en los dos casos siguientes:

a) La supersegunda es muy útil cuando se transita por las ciudades, o en condiciones de tráfico denso, pues permite marchar lentamente en segunda y a una velocidad bastante rápida en supersegunda con un fuerte poder de aceleración, tan necesario en muchos casos, sin hacer intervenir el embrague ni maniobrar el cambio de marcha.

b) La superdirecta tiene su gran aplicación cuando se viaja a gran velocidad por rutas bien pavimentadas, pues permite ir en supertercera, en vez de directa, con lo cual se obtienen dos ventajas: se gasta menos combustible y el motor dura más tiempo por girar a menos número de revoluciones.

c) Como que la puesta en funcionamiento del mecanismo de las supermarchas se realiza con suma facilidad, es una gran ayuda para el conductor del coche porque maneja con menos esfuerzo y más rapidez.

El fundamento básico del overdrive se representa en la figura 5-1. Vemos que se compone de los tres elementos siguientes:

1. Un eje central M, que es el eje de salida de la caja del cambio de marchas y que por consiguiente es el eje motriz de este sistema. En el extremo de este eje hay fijado un engranaje S, que se lo denomina "sol".
2. Un anillo A, dentado interiormente, cuya superficie exterior es lisa, puede frenarse por medio de una cinta metálica que lo envuelve, cuya acción de frenado es gobernada por el conductor.
3. Varios piñones dentados P, llamados "planetarios", los cuales engranan simultáneamente con el engranaje motriz S (sol) y los piñones P (planetarios). Generalmente hay tres planetarios que giran conjuntamente, libres sobre sus ejes, por estar fijados al plato D.

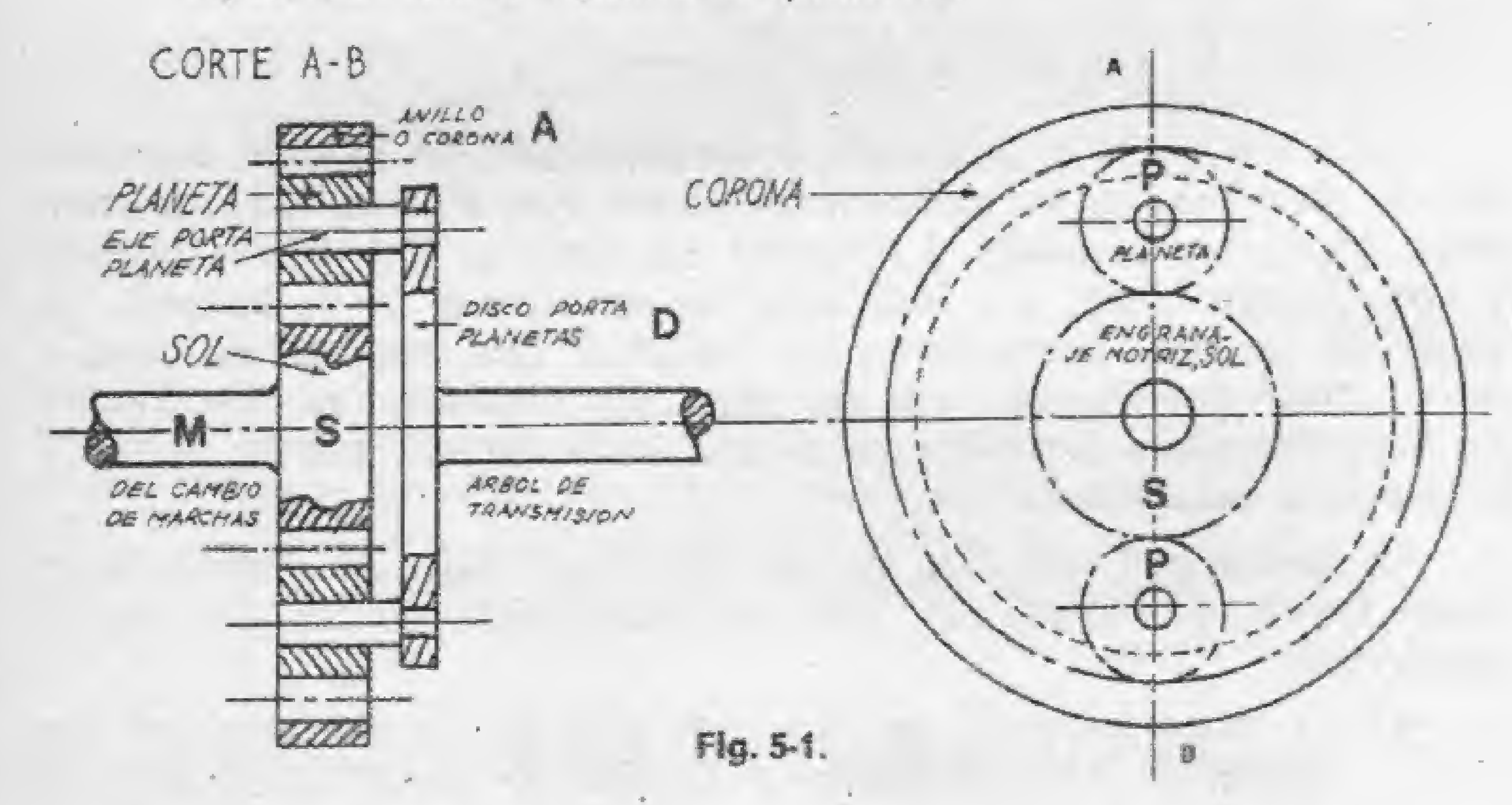


Fig. 5-1.

Observando la figura vemos que cada piñón planetario gira sobre un eje propio (tantos como planetarios haya) los cuales están fijados a un disco D, que forma parte solidaria del extremo de entrada del árbol de transmisión.

Hay un dispositivo de embrague, no representado en la figura, que permite conectar el disco D con el eje motriz M, en cuyo caso el engranaje S no tiene actuación, puesto que entonces el eje motriz y el árbol de transmisión forman una sola unidad, constituyendo la marcha directa.

Excepto en el caso que acabamos de mencionar, la fuerza motriz que se recibe en la salida de la caja del cambio de marchas por el eje M, es transmitida a los planetarios por medio del engranaje S (solar), los cuales, a su vez, la comunican al disco D por la acción directa de los ejes de los planetarios y, como que

este disco está sólidamente fijado al árbol de transmisión, vemos bien claramente cómo la energía motriz es transferida de la caja del cambio de marchas al árbol de transmisión, a través del mecanismo de las supermarchas.

La aplicación del sistema de supermarchas produce cambios de la relación de las velocidades puesto que dependen de los diámetros de contacto (diámetros primitivos) de los engranajes. Por consiguiente es afectado el par motor aplicado a las ruedas motrices, por cuyo motivo al mecanismo de supermarchas también se lo denomina conversor del par motor.

También debo mencionar que la forma de funcionar de los piñones planetarios, que giran engranados dentro de la corona, o anillo, trazan curvas llamadas epiciclos, por cuyo motivo al conjunto formado por el disco D y los piñones planetarios se lo denomina generalmente como el tren epicicloidal.

Ahora bien, para que se produzca una conversión del par motor mediante el tren de engranajes epicicloidales es necesario que quede fijo, sin girar, uno de los tres elementos del sistema para que produzca un punto de apoyo a la palanca que así se forma, teniendo en cuenta que los piñones planetarios siempre están libres de poder girar sobre los pernos que les sirven de ejes.

En resumen, puesto que hay tres elementos básicos, pueden formarse las seis combinaciones siguientes, observando que siempre tiene que haber uno de estos elementos bloqueado:

1. Engranaje solar conduciendo.
   Corona (anillo) bloqueado.
   Disco conducido, gira a velocidad reducida.
2. Engranaje solar bloqueado.
   Corona conduciendo.
   Disco conduciendo a menor velocidad que en el caso anterior.
3. Engranaje solar bloqueado.
   Disco con planetas conduce.
   Anillo (corona) conduciendo a mayor velocidad.
4. Engranaje solar conduciendo.
   Corona conducida, gira al revés a menor velocidad.
   Disco bloqueado.
5. Engranaje solar conduciendo, gira al revés a mayor velocidad.
   Disco, con plaquetas, bloqueado.
   Corona dentada conduciendo.
6. Engranaje solar conduciendo mayor velocidad.
   Disco y planetas conduciendo.
   Anillo dentado bloqueado.

Los casos más interesantes, desde el punto de vista práctico de aplicación a los cambios de marchas, son los siguientes:

Marcha directa

Ya hemos mencionado anteriormente que si por medio de un embrague especial que tiene el mecanismo de la supermarcha conectamos mecánicamente el eje motriz M con el disco D, soporte de los planetas y unido al árbol de transmisión, es evidente que hay una transmisión de energía directa, desde la salida de la caja de cambios de marchas hasta el diferencial, no interviniendo el mecanismo de la supermarcha. Es la marcha directa.

Reducción de velocidad

Frenemos la corona mediante una cinta metálica destinada a este efecto. La fuerza recibida del motor por el eje M hará girar el engranaje S (solar), el cual, a su vez, engranándose con los satélites, los hará girar también, trasladándose por el interior de la corona, fija, con la cual engranan.

Es evidente que al girar los planetas el disco D girará también, por ser su soporte, lo cual equivale a decir que el árbol de transmisión recibirá la energía del eje motriz M por intermedio de los planetas, a una velocidad reducida puesto que, debido a la diferencia de los diámetros de los engranajes, el eje motriz debe dar varias vueltas para que los planetas alcancen a dar una vuelta completa dentro de la corona.

Sobremarcha

Es una aplicación inversa del caso anteriormente considerado. Si frenamos la corona (disco D) el movimiento del disco y los planetas hará que aumente la velocidad del eje motriz, obteniéndose entonces la supermarcha.

Marcha atrás

Si detenemos el disco D, llegando la fuerza motriz por el eje M hasta el engranaje S, entonces los satélites girarán sin trasladarse. Estando libre la corona, ésta girará en sentido inverso, obteniéndose con ello la marcha atrás del coche.

Capítulo VI

SISTEMA TRANSMISOR DE LA FUERZA PROPULSORA

Sobre el chasis se fija el motor de explosión y, formando una unidad con éste, se coloca el embrague y la caja del cambio de marchas de forma que todos los desplazamientos y movimientos que experimenta el chasis son comunicados a este conjunto de mecanismos, montados sobre las ruedas delanteras.

Por otra parte, el eje trasero (constituido por el diferencial y los semiejes de las ruedas motrices) se fija, no al chasis sino sobre un juego de resortes destinados a amortiguar y absorber los choques e irregularidades del terreno, lo cual no se conseguiría si las cuatro ruedas estuvieran montadas directamente sobre el chasis.

Resulta de todo esto que el eje que transmite la fuerza motriz desde la salida del cambio de marchas hasta el diferencial debe poder desplazarse un cierto ángulo vertical teniendo como punto de apoyo la salida del cambio de velocidades y el máximo desplazamiento en la entrada del diferencial. Sólo así conseguiremos que los desplazamientos verticales del puente trasero puedan efectuarse libremente, sin que afecten la acción del árbol o eje de transmisión. Esto se consigue mediante un ingenioso mecanismo denominado junta de cardán o junta universal.

Juntas universales

Si tenemos dos ejes (fig. 6-1), que forman entre sí un determinado ángulo, es posible acoplarlos por sus extremos mediante

una junta universal o de Cardán, nombre de su inventor. Si en vez de una se utilizan dos de estas uniones (fig. 6-2), entonces es posible transmitir energía mecánica entre dos mecanismos situados en planos distintos.

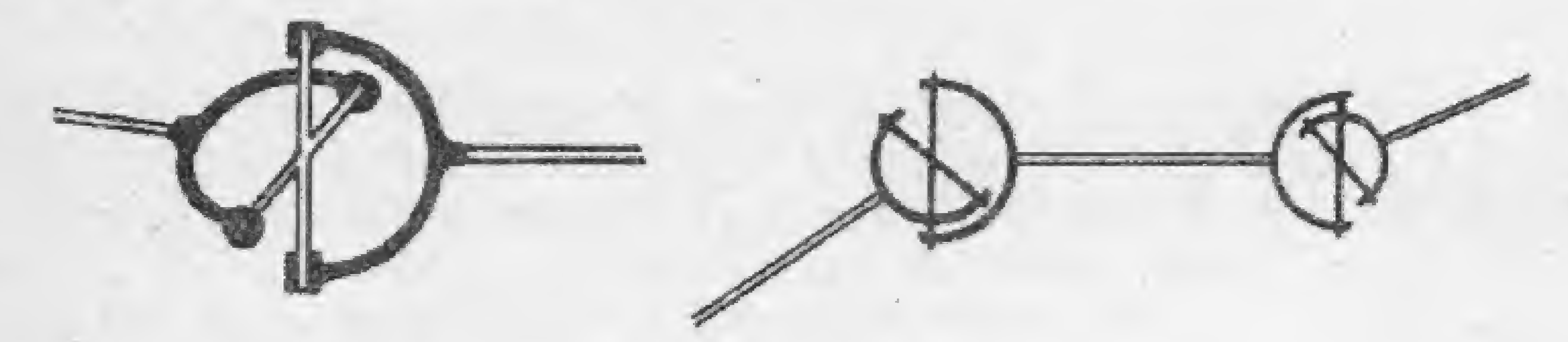


Fig. 6-1. Fundamento básico de la junta de Cardán.

Fig. 6-2. Doble articulación de Cardán que asegura su funcionamiento.

Estas juntas funcionan en sus condiciones óptimas cuando los dos ejes están en prolongación rectilínea uno del otro (ángulo de 180°) pero, aunque se aparten de esta condición o sea que en la unión de los dos ejes se forme un ángulo de algunos grados (en forma permanente o temporaria) la junta de Cardán funciona perfectamente. Esto es lo que sucede al conjunto formado por el árbol de transmisión y sus uniones con el eje de salida del cambio de marchas y el eje de entrada del diferencial, que aunque este último se desplace verticalmente, la transmisión de la fuerza del motor hasta las ruedas propulsoras se efectúa sin ningún inconveniente.

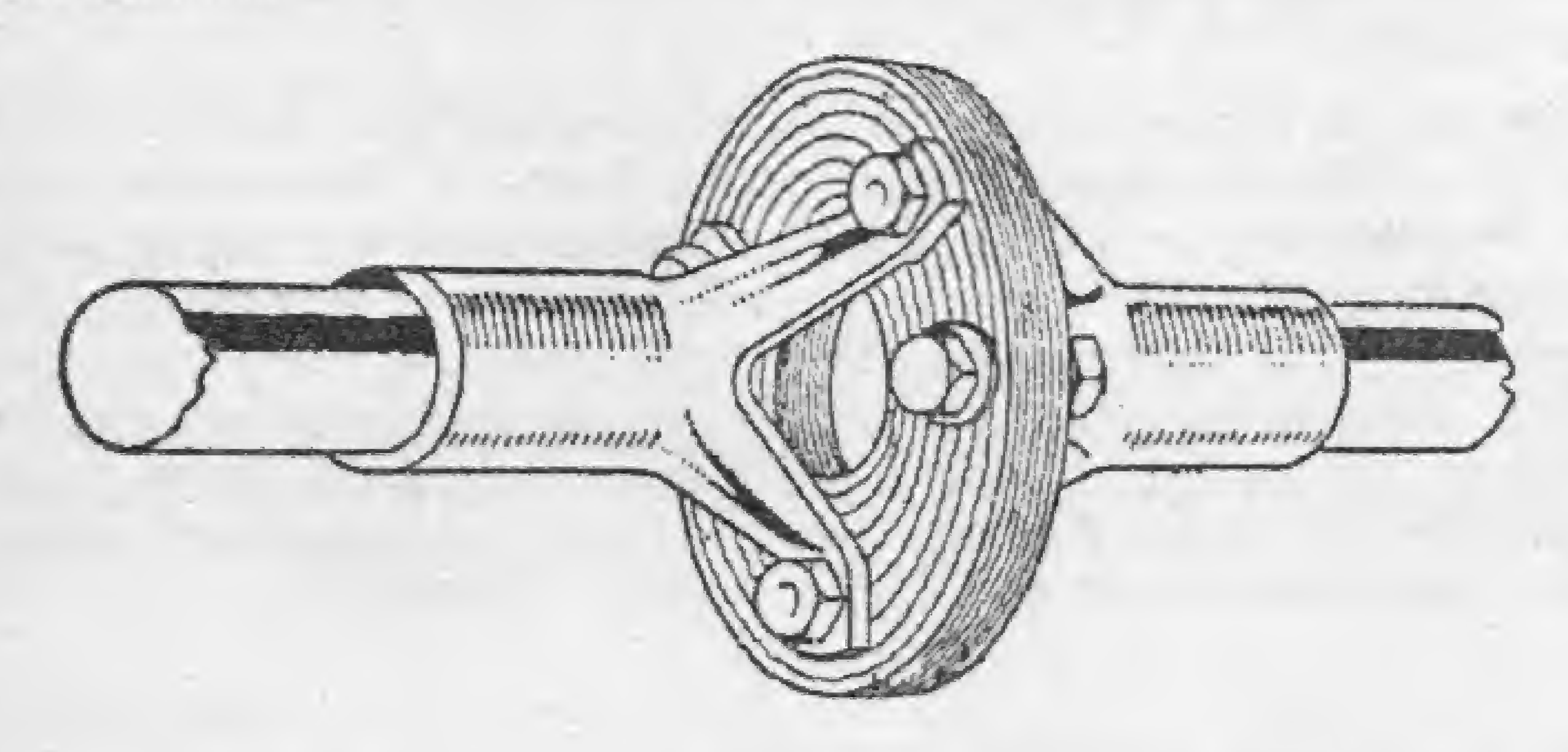


Fig. 6-3. Junta de Cardán con materiales flexibles

Cuando el ángulo entre las uniones de los dos ejes es de muy pocos grados, se emplean juntas elásticas (fig. 6-3), mientras que si el ángulo es bastante considerable entonces se utilizan

uniones de horquilla (fig. 6-4), cuyos brazos sirven de apoyo a los extremos de una cruz. Las juntas elásticas están formadas por una sustancia flexible, tienen la forma de un anillo y a veces de un disco; generalmente se forman uniendo láminas de paño recio con otras de caucho. Esta clase de uniones no requieren ningún cuidado especial mientras que las uniones a horquilla, cuya unión se realiza por medio de una horquilla, de acero forjado, estas uniones sí que requieren un cuidado especial debiendo estar siempre bien lubricadas sus superficies en contacto debido al esfuerzo permanente que realizan.

Menciono que también hay uniones deslizantes cuya misión es compensar las pequeñas diferencias de longitud de los ejes.

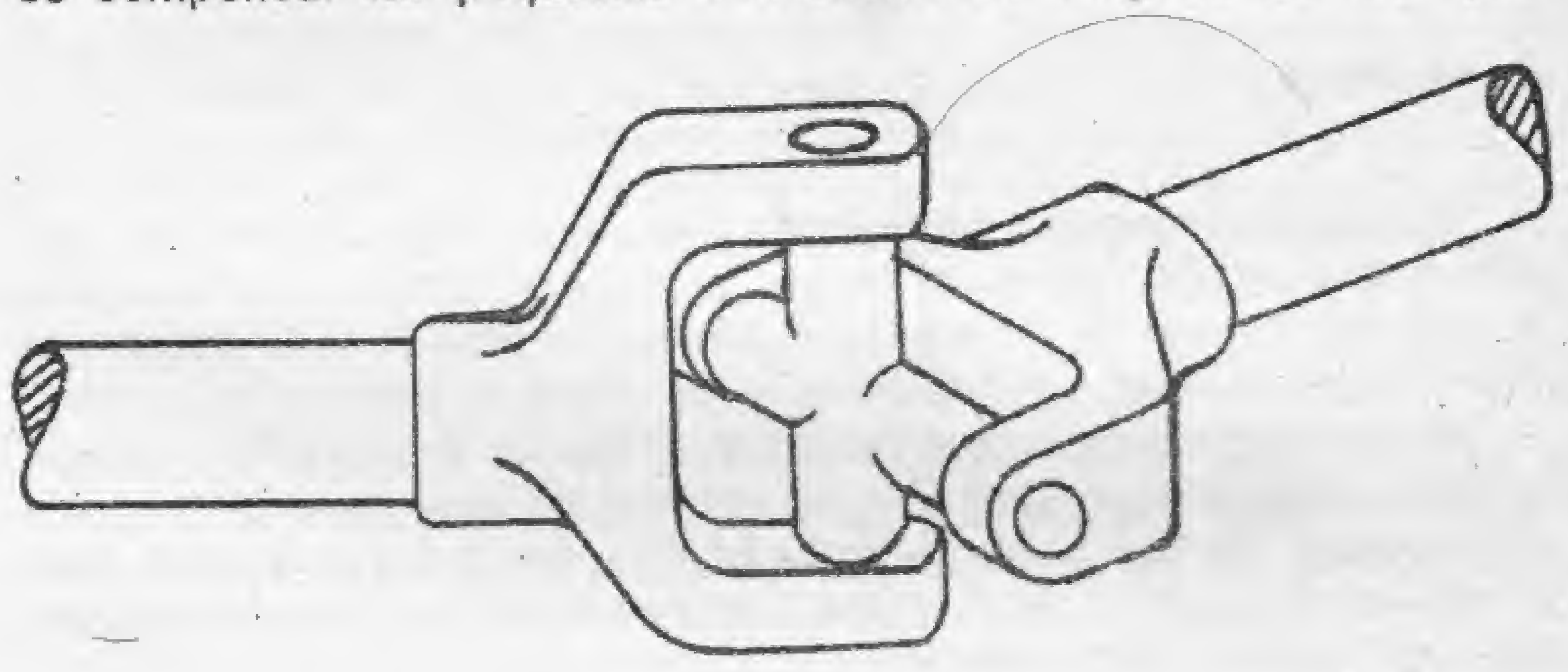


Fig. 6-4. Junta de Cardán realizada con dos horquillas y una cruz de acero.

Están formadas por una porción de tubo, colocado sobre los extremos de los dos ejes separados por una pequeña holgura, de forma que estando ranurados longitudinalmente, pueden desplazarse una pequeña longitud mientras giran simultáneamente. Esta clase de uniones, que no tienen ningún desplazamiento angular y sí sólo longitudinal, se los encuentra en algunos árboles de transmisión. El único cuidado que requieren es que deben estar siempre bien lubricados interiormente.

Ejes de transmisión

Sirven para transmitir la energía motriz desde el cambio de marchas al diferencial. Generalmente se los construye de acero, en forma de tubo o macizos, según la potencia que deben transmitir, teniendo en cada uno de sus extremos una junta de cardán

para poder seguir las oscilaciones que le imprimen el movimiento vertical del puente trasero. Hay coches que tienen el árbol de transmisión dividido en dos partes y en su mitad tienen una tercera junta universal: esta solución se emplea en los casos que el puente trasero puede llegar a tener desplazamientos verticales importantes.

Los ejes de transmisión no requieren ningún cuidado ni son susceptibles de tener averías, pues no tienen ninguna parte en contacto con otros órganos: su única misión es girar y transmitir energía mecánica desde el cambio de marchas al diferencial.

Rueda libre

En este momento es oportuno describir este mecanismo, debido a que puede colocarse en los sitios siguientes: a) Dentro de la caja del cambio de marchas; b) en el diferencial; c) en los semiejes de las ruedas motrices.

Hay constructores que lo colocan en el diferencial, aunque la gran mayoría lo colocan en el cambio de marchas, alojando el mecanismo de rueda libre en el bloque de dos engranajes desplazables para pasar de primera a segunda marcha, en los coches que sólo tienen tres marchas.

Su funcionamiento es el mismo que el utilizado en las bicicletas (fig. 6-5), empleándose en los automóviles mecanismos capaces de transmitir mayor cantidad de energía mecánica. Se emplean rodillos de acero que se deslizan, rodando, dejando libre

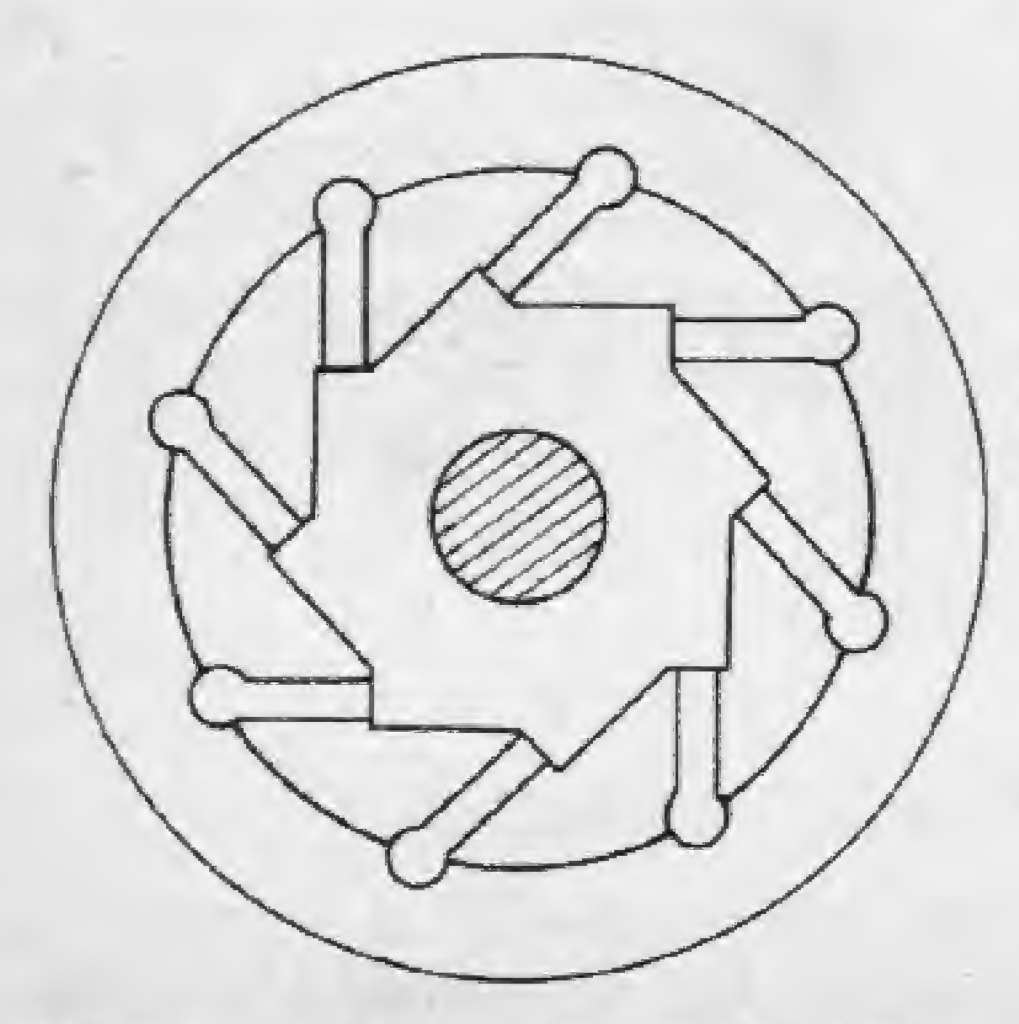


Fig. 6-5. Sistema de rueda libre empleado en las bicicletas.

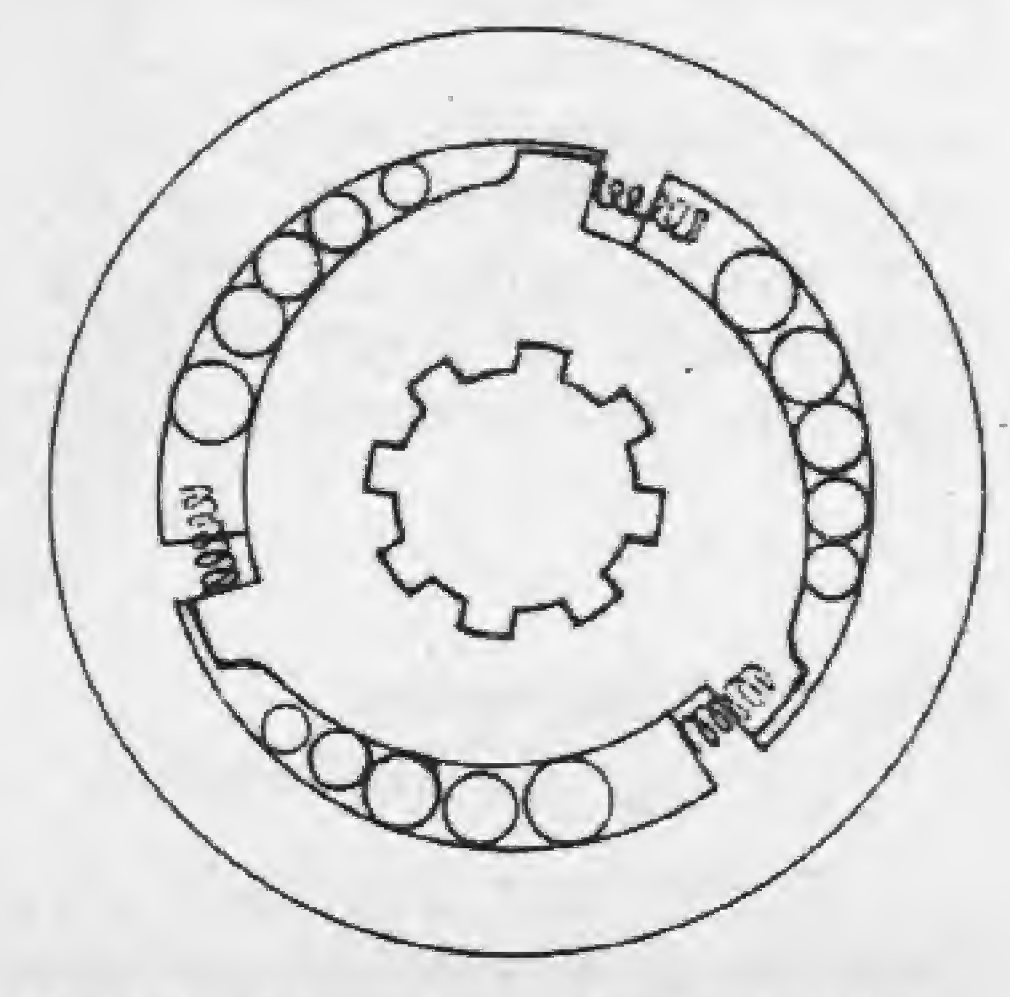


Fig. 6-6. Mecanismo de rueda libre utilizado en los automóviles.

el árbol de transmisión cuando el coche marcha más rápidamente que la velocidad que le comunicaría el eje motriz (cigüeñal), en cambio, encajan fuertemente cuando el eje motriz gira más rápidamente que el árbol de transmisión. En la figura están representados tres resortes que tienen por objeto facilitar la colocación de los rodillos en la posición que deben actuar funcionando este mecanismo (fig. 6-6).

Actualmente los coches fabricados en grandes series no tienen el mecanismo descrito debido a que, entre otros, ofrecen estos inconvenientes: a) al iniciar el descenso de una pendiente se requiere bastante habilidad para actuar oportuna y acertadamente en la marcha del motor; b) al acelerar debe procederse con mucha precaución y experiencia, de lo contrario al entrar en acción el mecanismo de la rueda libre se producen sacudidas en la marcha del coche; c) al funcionar la rueda libre no puede utilizarse el motor como frenaje, de ahí la necesidad de obrar con mucha precaución; d) se presentan dificultades en el enfriamiento del motor, así como en el calado de las escobillas de la dinamo debido a que el motor funciona mucho tiempo a poca velocidad y, por consiguiente, la batería se carga mal; e) el motor debe funcionar bien a marcha lenta, de lo contrario se para frecuentemente, lo mismo que si no posee una excelente acción de acelerar.

Las desventajas según se ve son bastantes, pero, también tiene sus ventajas entre las cuales mencionaremos las siguientes: a) Los cambios de marchas se efectúan más fácilmente debido a que están permanentemente en contacto los engranajes, por lo que se hacen casi innecesarios los mecanismos sincronizados; b) la marcha es más silenciosa porque el motor sólo se utiliza para impulsar el coche en los momentos necesarios; c) gran economía de combustible y aceite, porque el motor funciona la mayor parte del tiempo a un régimen bajo; d) no actuando el motor como freno al bajar pendientes se evita el peligro de que penetre aceite en el cilindro, especialmente en los períodos de admisión.

Resumiendo: la rueda libre representa positivas ventajas para la buena marcha del coche, economía de combustible y mayor duración del motor, pero, es más complicado para el conductor, es por eso que en la mayoría de automóviles se ha suprimido para facilitar la conducción con el mínimo de preocupaciones posible.

Reductores y multiplicadores

Estos mecanismos se utilizan con el fin de aumentar o disminuir las distintas velocidades del coche que pueden obtenerse

con el cambio de marchas, pudiendo estar construidos para producir una sola o varias velocidades, estando siempre en acción la totalidad del mecanismo.

Toman el nombre de multiplicador si aumentan la velocidad que produce cualquier combinación de la caja del cambio de marchas y demultiplicador si las reduce. Cuando su acción es sólo momentánea, su acción es obtenida mediante un simple dispositivo que acciona el conductor.

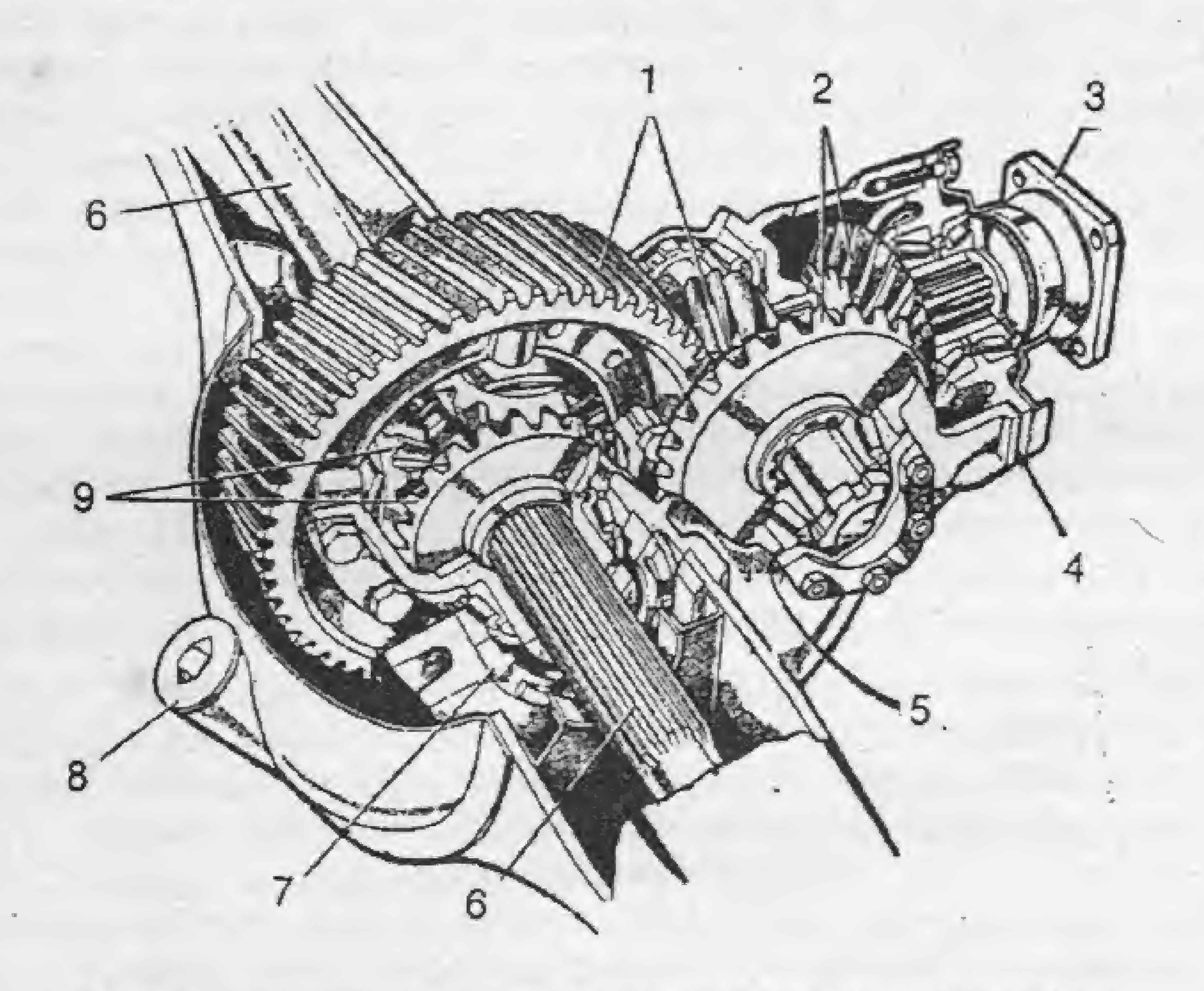


Fig. 6-7. Conjunto del mecanismo reductor de velocidad utilizado en vehículos de tracción pesada.

Generalmente los reductores y multiplicadores se colocan en uno de los sitios siguientes:

a) Antes del diferencial, que es la forma más conveniente por su simplicidad de instalación.

b) Después del diferencial, que es el caso representado por medio de la figura 6-7.

c) Dentro de las ruedas motrices, con una complicación muy grande de los mecanismos.

Estos mecanismos se caracterizan por ponerse en acción a voluntad del conductor, actuando como un verdadero cambio de marchas suplementario. Se ponen en servicio mediante una pequeña palanca similar a la del cambio de velocidades.

Capítulo VII

DIFERENCIAL

El diferencial tiene por finalidad permitir que las dos ruedas motrices puedan girar a distintas velocidades una con respecto de la otra. Esto es importante en las curvas, pues las ruedas exteriores hacen un recorrido mucho mayor que las situadas del lado donde está el centro de curvatura, por la sencilla razón que en igual tiempo deben recorrer más metros pues es evidente que cuanto mayor es el radio más longitud tiene una circunferencia, por consiguiente, las ruedas exteriores hacen más recorrido que las interiores. Si las dos girasen con el mismo número de vueltas, las ruedas interiores no podrían desplazar el metraje de las exteriores y por consiguiente, patinarían, gastando rápidamente los neumáticos, ofreciendo, además, dificultades en la conducción.

Sólo llevan diferencial las ruedas motrices (que son generalmente las traseras), no siendo necesario que lo tengan las otras ruedas porque giran independientemente y libres. Por excepción, los vehículos con tracción delantera y trasera llevan dos diferenciales, uno para cada par de ruedas motrices. También hay automóviles sin diferencial: son coches muy pequeños que, debido a su reducidísimo peso, no es inconveniente grave el pequeño deslizamiento de una de las ruedas al moverse en una curva. Tampoco acostumbran a tener diferencial muchos coches de carreras, si tienen que actuar en pistas rectas, con curvas de gran radio que no afectan sensiblemente la diferencia de velocidades de las ruedas motrices. Finalmente, en los vehículos con tracción adelante el diferencial se encuentra sobre el eje delantero y todos los mecanismos de la transmisión (embrague y cambio de marchas) están colocados entre el motor y el eje delantero.

Constitución del diferencial

El diferencial recibe el esfuerzo motriz del árbol de transmisión. Se compone de las partes siguientes (fig. 7-1): El piñón (1) fijo al extremo del eje de transmisión; la corona (2) accionada por el piñón; varios satélites (3) colocados en la caja del diferencial

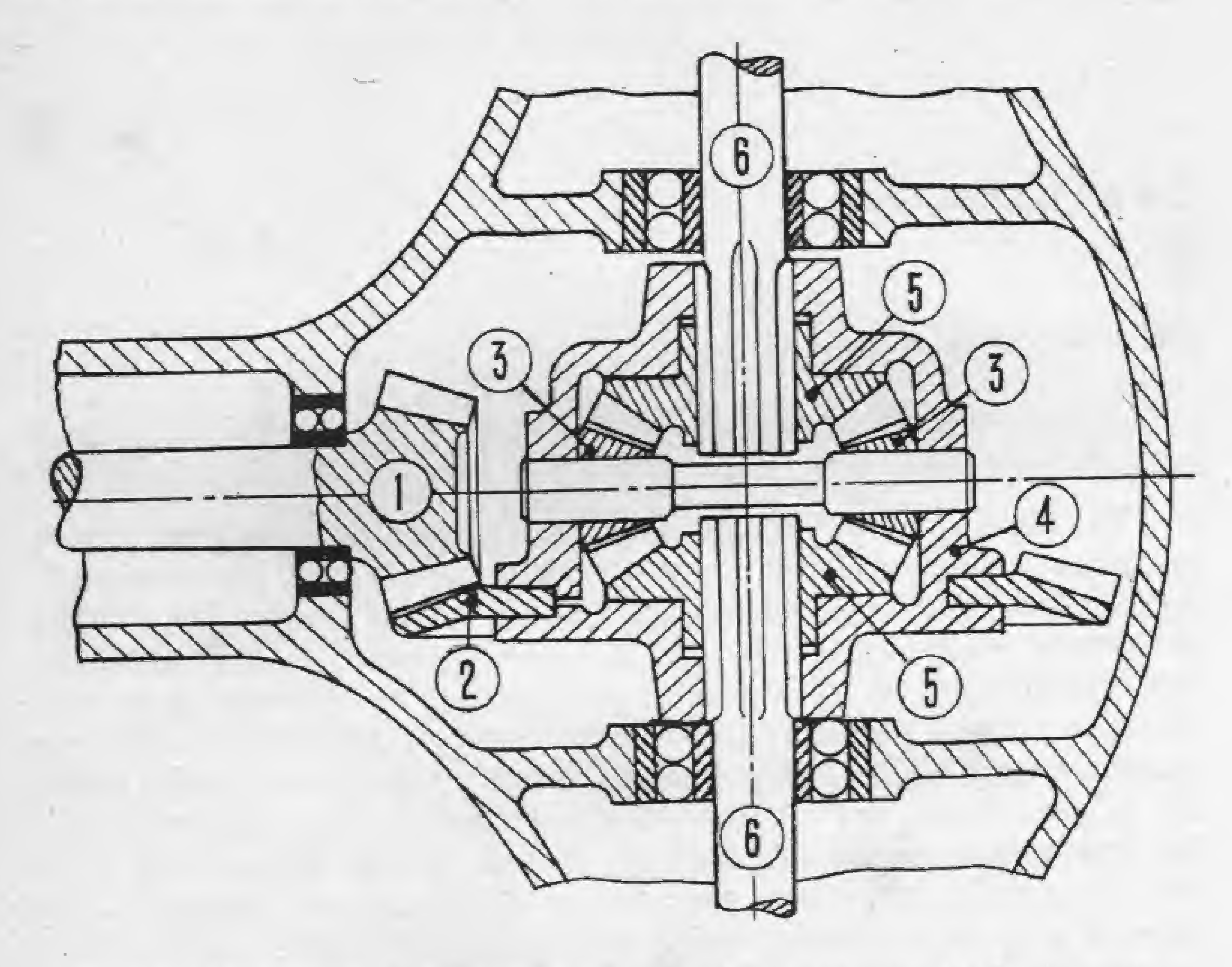


Fig. 7-1. Diferencial. Está compuesto por los elementos indicados con los números siguientes: (1) piñón colocado al extremo del árbol de transmisión; (2) corona; (3) satélite; (4) caja del diferencial; (5) planetario; (6) semiejes motrices.

(4) de forma que pueden girar libremente en los orificios practicados exprofeso; dos planetarios (5) que engranan con los satélites; dos semiejes motrices (6) que giran con los planetarios formando una sola pieza, o sea que los satélites hacen girar a los dos planetarios, éstos a los semiejes motrices y, finalmente, estos últimos a las ruedas impulsoras del vehículo. La corona (2) y la caja del diferencial (4) son solidarios de forma que al girar juntamente los satélites (3) se desplazan con la corona.

Hay que tener presente que la caja del diferencial (4) sirve de soporte de los extremos de los semiejes (6) que tienen fijos

los planetarios (5) (de soporte, nada más que de soporte) lo cual se realiza por medio de cojinetes, y por lo tanto, la corona (2) y los planetarios (5) giran independientemente entre sí, aunque estos tres engranajes (2) y los dos planetarios (5) están situados en un mismo eje geométrico, o sea, alineados, sin ninguna conexión mecánica entre sí. La figura 7-2 representa todo el mecanismo de todo el conjunto del diferencial de un coche Mercedes Benz, con la nomenclatura de todas sus piezas.

Los vehículos de tracción pesada en vez de piñón cónico tienen un tornillo sinfín (fig. 7-3), obteniéndose una transmisión más uniforme de la fuerza motriz y un funcionamiento más silencioso, pero, tiene inconvenientes: la corona se gasta más rápidamente; el árbol de transmisión recibe grandes esfuerzos longitudinalmente debiéndose colocar cojinetes axiales tanto para la marcha adelante como atrás y, finalmente, tiene un rendimiento inferior al del acoplo cónico.

Debe añadirse que el árbol de transmisión puede comunicar la energía motriz en la parte alta de la corona o en la baja. En el

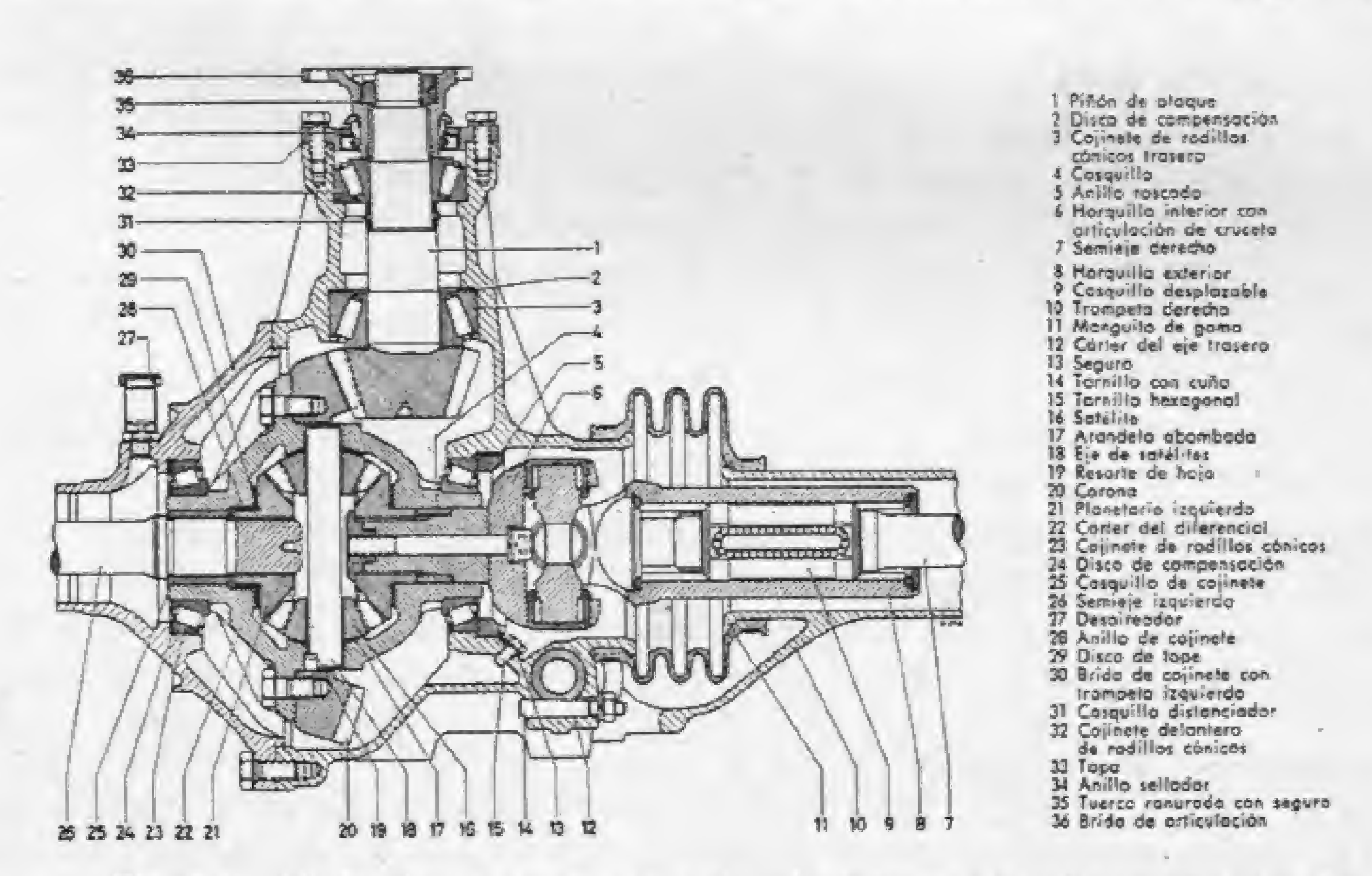


Fig. 7-2. Vista de conjunto de todo el sistema del diferencial desde el árbol de transmisión, que termina en el piñón de ataque (1), hasta los semiejes (7) y (26), de un automóvil Mercedes Benz.

primer caso el eje se desplaza casi horizontalmente, lo cual favorece el funcionamiento del acoplo del Cardán, en cambio, cuando comunica la fuerza a la corona en la parte inferior, entonces el ángulo del árbol de transmisión generalmente es mayor, pero se tiene la enorme ventaja de que estando el tornillo sinfín sumergido en el aceite en forma permanente su lubricación es perfecta;

este punto es muy importante porque los que tienen el acoplo del piñón y la corona en la parte alta, en los momentos de arranque (si el coche ha estado bastante tiempo parado) los dientes de contacto están secos. Con todo, sólo en los camiones se utiliza el acoplo del diferencial en la parte inferior.

Un punto muy importante referente a la transmisión de la fuerza motriz entre el árbol de transmisión y los semiejes de las ruedas motrices está en la relación del número de giros. Gene-

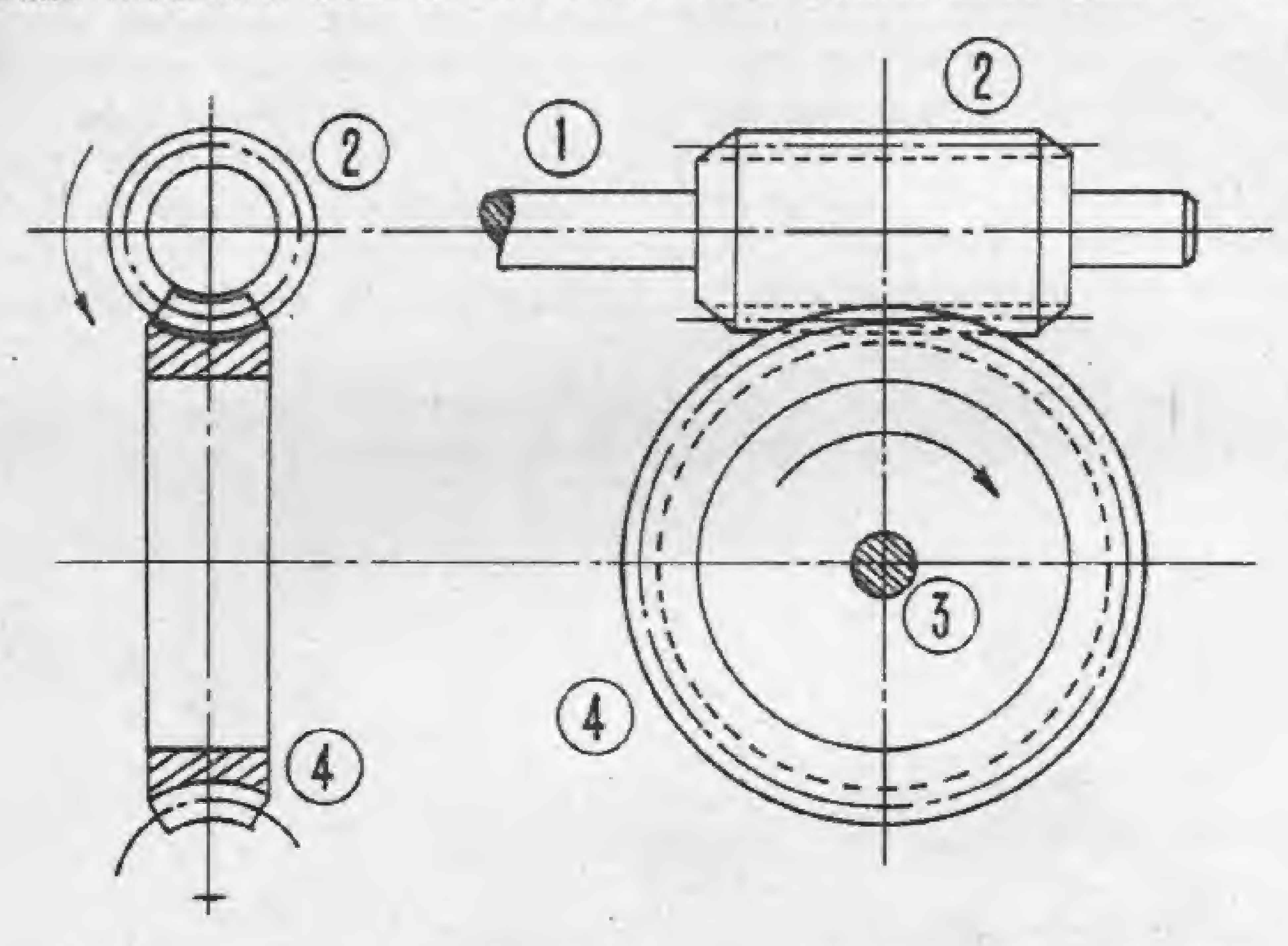


Fig. 7-3. Tornillo sinfín colocado en el extremo del árbol de transmisión. (1) Arbol de transmisión; (2) vis sinfín; (3) eje de la corona; (4) corona.

ralmente esta relación es igual a cinco, lo cual quiere decir que por cada cinco vueltas del árbol de transmisión da una vuelta la corona; evidentemente esto significa un efecto multiplicador de la potencia en el tiempo puesto que la cantidad de energía que transporta el piñón cónico en cinco vueltas la poseen los semiejes a cada una de sus vueltas. Con el acoplo a tornillo sinfín la relación es mucho mayor, llegándose a valores de 1 a 50, lo cual favorece en el caso de los vehículos de tracción pesada, que marchan a velocidades moderadas desarrollando una gran fuerza de arrastre, especialmente si llevan remolques; en estos casos, si el cambio de velocidades tiene una relación de 1 a 4 y el diferencial de 1 a 50, resulta que a cada 200 revoluciones del cigüeñal dan una vuelta las ruedas, pero, la fuerza a la tracción del vehículo se ha multiplicado por 200 con respecto del eje motriz (cigüeñal).

Cómo funciona el diferencial

Cuando el coche se desplaza sobre un pavimento bien plano las dos ruedas motrices encuentran igual resistencia para la propulsión del vehículo.

En tales condiciones los satélites se mueven circularmente con la caja del diferencial, pero, no giran alrededor de su propio eje, es decir, no dan vueltas; resulta de todo esto que comunican el movimiento a los planetarios engranando siempre con los mismos dientes, actuando como un perno, o una chaveta de arrastre. Supongamos ahora que el coche entra en una curva, o bien, que encuentran distinta resistencia las dos ruedas por desigualdad del terreno; entonces, si bien es cierto que los satélites se mueven arrastrados por la caja del diferencial, ya no están quietos (como cuando las dos ruedas giraban igualmente), sino que giran alrededor de su propio eje, avanzando angularmente el planetario perteneciente a la rueda que gira más (la exterior, en una curva) y retrasando el planetario de la rueda que gira menos, de tal manera que las vueltas de más que da una rueda la otra las da de menos. Para comprender bien el mecanismo que acabo de describir voy a explicarlo desde otro punto de vista: cuando las dos ruedas motrices giran exactamente a la misma velocidad angular, los satélites y los planetarios es como si estuviesen trabados, es decir, siempre hacen contacto los mismos dientes del uno con los del otro; en tales condiciones el movimiento circular de la corona se comunica a la caja del diferencial (por formar una sola unidad ambas piezas) y este armazón la transfiere a los semiejes motrices por intermedio de los satélites y los planetarios, como simples chavetas de arrastre, sin que se muevan entre sí. Por consiguiente, si no hubiesen curvas ni desigualdades del pavimento, entonces sobrarían los satélites y los planetarios, comunicando el piñón cónico la fuerza a la corona que estaría acoplada a un solo eje motriz con una rueda en cada extremo.

En vehículos de gran tonelaje se utilizan diferenciales de doble reducción con lo cual se obtiene una relación mayor entre el número de revoluciones que da el árbol de transmisión y el de las ruedas propulsoras. Esto se obtiene si el piñón, en vez de engranar directamente con la corona, lo hace con una corona auxiliar en cuyo eje y solidario con el mismo, hay un engranaje recto que acciona otro de mayor diámetro con lo cual reduce su número de revoluciones. Por consiguiente este nuevo eje, que cumple el mismo objeto que antes cumplía el eje de la corona cuando el piñón del árbol de transmisión engranaba directamente con ella, gira ahora a un número de vueltas mucho menor, generalmente la mitad.

En el funcionamiento del diferencial hay dos casos límites interesantes:

a) Cuando las dos ruedas motrices giran con velocidades distintas, los dos planetarios se mueven en sentidos inversos, con lo cual el adelanto que tiene uno de los semiejes es igualado por el retroceso del otro.

b) En casos extremos, si una de las dos ruedas motrices no toca el suelo, impulsando el coche una sola rueda, la otra rueda que gira en vacío da doble número de vueltas y la otra queda quieta. Esto sucede también si el vehículo encuentra terrenos de distinta adherencia (una rueda sobre tierra dura y la otra sobre barro, o arena): el coche no avanza, o se desplaza lateralmente.

Para evitar este inconveniente algunos coches tienen un dispositivo, mandado desde el tablero, que traba los planetarios, con lo cual el diferencial ya no funciona, las dos ruedas giran simultáneamente siendo entonces más fácil salvar la emergencia.

Un punto muy esencial hay que tener presente en el mecanismo del diferencial y es que la lubricación debe ser muy cuidada, empleando aceite de la densidad correspondiente, mantener su debido nivel para que no pierda la fluidez pues el piñón y la corona trabajando a presiones comprendidas entre 25 y 30 kg por milímetro cuadrado, si la lubricación no es adecuada y abundante, estas piezas se gastan muy pronto.

Averías y cuidados del diferencial

Hay que reparar qué clase de ruidos se producen en el conjunto del tren trasero. Si es una especie de zumbido, generalmente las causas son de poca importancia, mientras que si se oye como un gruñido, las causas pueden ser graves. Asimismo, el tono del ruido cambia cuando el coche se desplaza por la acción del motor o cuando se mueve solo, por su propio impulso; es más, puede suceder que en este último caso desaparezca totalmente todo ruido, o al revés, que cuando el coche es movido por el motor, el conjunto del eje trasero funciona silenciosamente.

Aún hay más. Hay que ser muy cauteloso en diagnosticar las causas de los ruidos en el conjunto del diferencial, porque es muy fácil equivocarse confundiendo los ruidos producidos por los cojinetes de las ruedas traseras, de las juntas universales y hasta de los neumáticos, como si fuesen ocasionados por el diferencial y el eje trasero.

1. **Ruidos del grupo de todo el tren motriz**

Causas que pueden producir el ruido

1. Insuficiencia de lubricante en la caja del diferencial.
2. El lubricante es de calidad o de la gradación inadecuada.
3. Los cojinetes de las ruedas traseras están rayados.
4. El piñón y la corona están mal ajustados.
5. Los dientes de la corona y el piñón están gastados o mal tallados.
6. La corona tiene una holgura excesiva o insuficiente.
7. Cojinetes del piñón o satélites flojos o gastados.
8. Corona mal centrada (ruido intermitente), debido a:
   a) Cojinetes del diferencial rotos o flojos.
   b) Caja del diferencial rotos o flojos.
   c) Pernos de la corona mal apretados.
   d) Corona deformada.
   e) Sustancia extraña entre corona y caja del diferencial.
9. Al girar el diferencial se oyen ruidos, debidos a:
   a) Satélites demasiado apretados.
   b) Planetarios apretados excesivamente.
   c) Holgura excesiva entre planetarios y satélites.

2. **El eje trasero pierde rápidamente el lubricante.**

Causas que pueden ocasionarlo

1. Pérdida por los semiejes, debido a alguna de estas causas:
   a) Exceso de nivel del aceite en la caja del diferencial.
   b) El lubricante, inadecuado, es demasiado fluídico.
   c) Retenes del lubricante del eje trasero mal instalados.
   d) Arandela de fieltro floja o deformada en el retén.
   e) Junta de cojinete del eje trasero mal instalada.
   f) Caja del diferencial rajada.
2. Pérdida del lubricante por el eje del piñón, debido a:
   a) Exceso de nivel de lubricante en la caja del diferencial.

b) El lubricante es inadecuado: inconsistente o malo.
c) Retén del aceite en el piñón mal instalado, gastado o flojo.
d) Conducto de retorno del lubricante obstruido o restringido.
e) El extremo del portapiñón está inclinado abajo.

3. El árbol de transmisión no gira funcionando el motor y el cambio

Causas que pueden producir esta avería

1. El embrague resbala (ver pág. 300 para saber las causas).
2. El piñón o eje primario del cambio de marchas está roto.
3. Los dientes de los engranajes del cambio están rotos.
4. Los dientes frontales del cambio están rotos.
5. Horquillas de desplazamiento de los engranajes rotas.

4. Las ruedas traseras no giran, funcionando el motor, el cambio de velocidades y el eje de transmisión

Causas que pueden originar esta avería

1. La cuña del eje trasero se ha roto.
2. El eje trasero se ha roto.
3. La corona o el piñón tienen los dientes rotos.
4. Dientes rotos del piñón o planetarios.
5. El pasador o cruceta del diferencial se ha roto.

Capítulo VIII

PUENTE TRASERO

Esta parte del coche, llamada también puente motriz, recibe la energía del motor para la propulsión del vehículo a través del embrague y del cambio de marchas, transmitiendo finalmente la fuerza al diferencial mediante el árbol de propulsión.

Todos los mecanismos del diferencial y los semiejes, hasta su unión con las ruedas propulsoras, están contenidos en un armazón que tiene la forma de una caja y dos brazos, uno a cada lado, semejantes a troncos de cono, en cuyo interior giran libremente los semiejes hasta su unión con las ruedas propulsoras.

El puente trasero cumple también el importante cometido de servir de soporte de todo el peso de la parte posterior del vehículo que, mediante el sistema de suspensión, es transferido a las ruedas traseras, las cuales, finalmente, comunican este peso contra el suelo.

Tipos de puentes traseros

Hemos tratado que el puente trasero tiene la triple finalidad de:

1) Recibir la energía del motor y distribuirla entre las dos ruedas motrices, lo cual se cumple mediante el diferencial.
2) Recibir el impulso de la reacción de los neumáticos de las ruedas, por su adherencia con el suelo, y comunicarlo al vehículo haciéndolo avanzar.
3) Sostener la mitad del peso del coche.

La solución de los puntos 2) y 3) ha dado lugar a cuatro tipos distintos de puentes traseros que, en forma simplificada, se describen a continuación.

Puente a esfuerzo total

El peso de la parte posterior del coche se aplica al sistema de suspensión cuyos resortes, o ballestas, descansan en el brazo por cuyo interior giran libremente los dos semiejes. Por consiguiente, por medio de los cojinetes, el peso que soportan los brazos del armazón son transferidos a los dos semiejes correspondientes.

Observando la figura 8-1, que representa este tipo de puente trasero, vemos que cada semieje tiene en un extremo un planetario y en el otro extremo está fijo el núcleo de la rueda motriz. Vemos también que cada semieje está sostenido por dos cojinetes (rulemanes) y que el extremo fijo a la rueda está más allá del cojinete que la soporta, de todo lo cual resulta que cada semieje está sometido a esfuerzos de torsión y flexión en sus dos extremos, sufriendo una fatiga molecular excesiva por cuyo motivo este tipo de puente motriz sólo se usa en raras excepciones.

Puente medio oscilante

Este tipo de puente difiere del anteriormente descrito en que el armazón del diferencial es sostenido con rulemanes por los

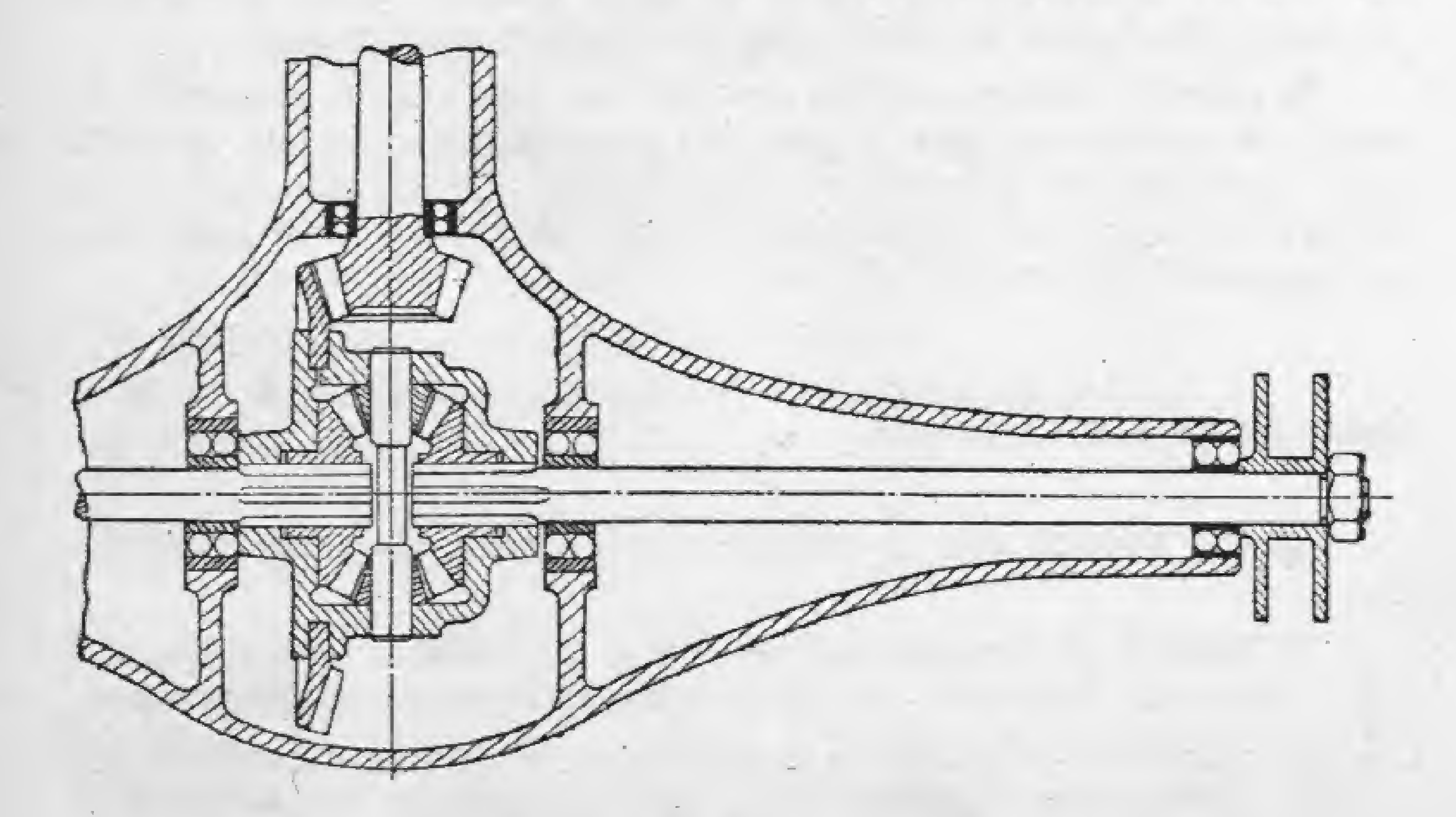


Fig. 8-1 Representación de puente trasero a esfuerzo total

brazos que sirven de soportes de los paliers (fig. 8-2). Obsérvese que los extremos, fijados al núcleo de la rueda, también están sostenidos por otro cojinete a rulemanes como en el caso anterior. Por consiguiente, cada semieje sólo trabaja a la flexión en el extremo unido a la rueda y, a la torsión, desde el planetario hasta la rueda al realizar la transmisión de la fuerza motriz.

La parte del peso correspondiente a la parte posterior del vehículo descansa sobre el soporte cónico del semieje mediante resortes, o ballestas, que forman parte del sistema de suspensión. Este tipo de puente trasero es muy empleado en coches de turismo.

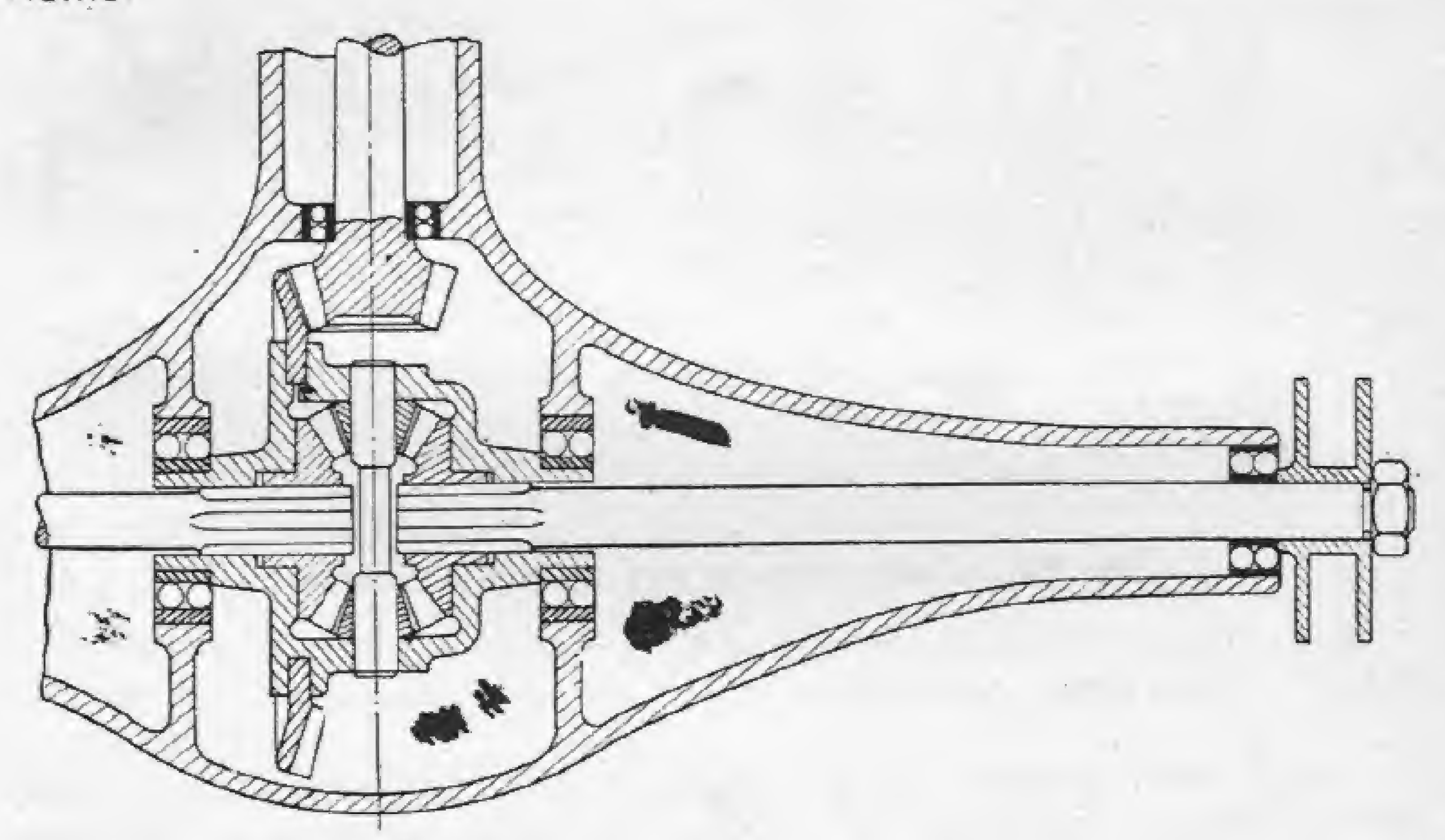


Fig. 8.2. Puente trasero denominado medio oscilante.

Puente tres cuartos oscilante

En este tipo de puente (fig. 8-3), la parte correspondiente del peso del coche se transmite, por intermedio del sistema de suspensión, al brazo cónico que sirve de armazón a cada semieje y, de ahí, al núcleo de la rueda motriz mediante un cojinete, del tipo rulemán, de dimensiones adecuadas. Por consiguiente, el esfuerzo de torsión debido a la acción de la rueda (por el derrape del neumático contra el suelo) es sostenido por este gran cojinete mientras que el armazón del diferencial sólo recibe los esfuerzos de flexión del eje, ocasionados por la transmisión de la fuerza motriz que produce el desplazamiento del coche; este esfuerzo de torsión no afecta al cojinete del palier colocado a la salida del diferencial: sólo en los virajes recibe un poco de esfuerzo de flexión.

Bien vemos que este tipo de puente casi es igual que el descrito anteriormente en la parte del diferencial, diferenciándose solamente en la manera de sostener el conjunto de la rueda propulsora que ahora se realiza en el extremo del armazón del semieje.

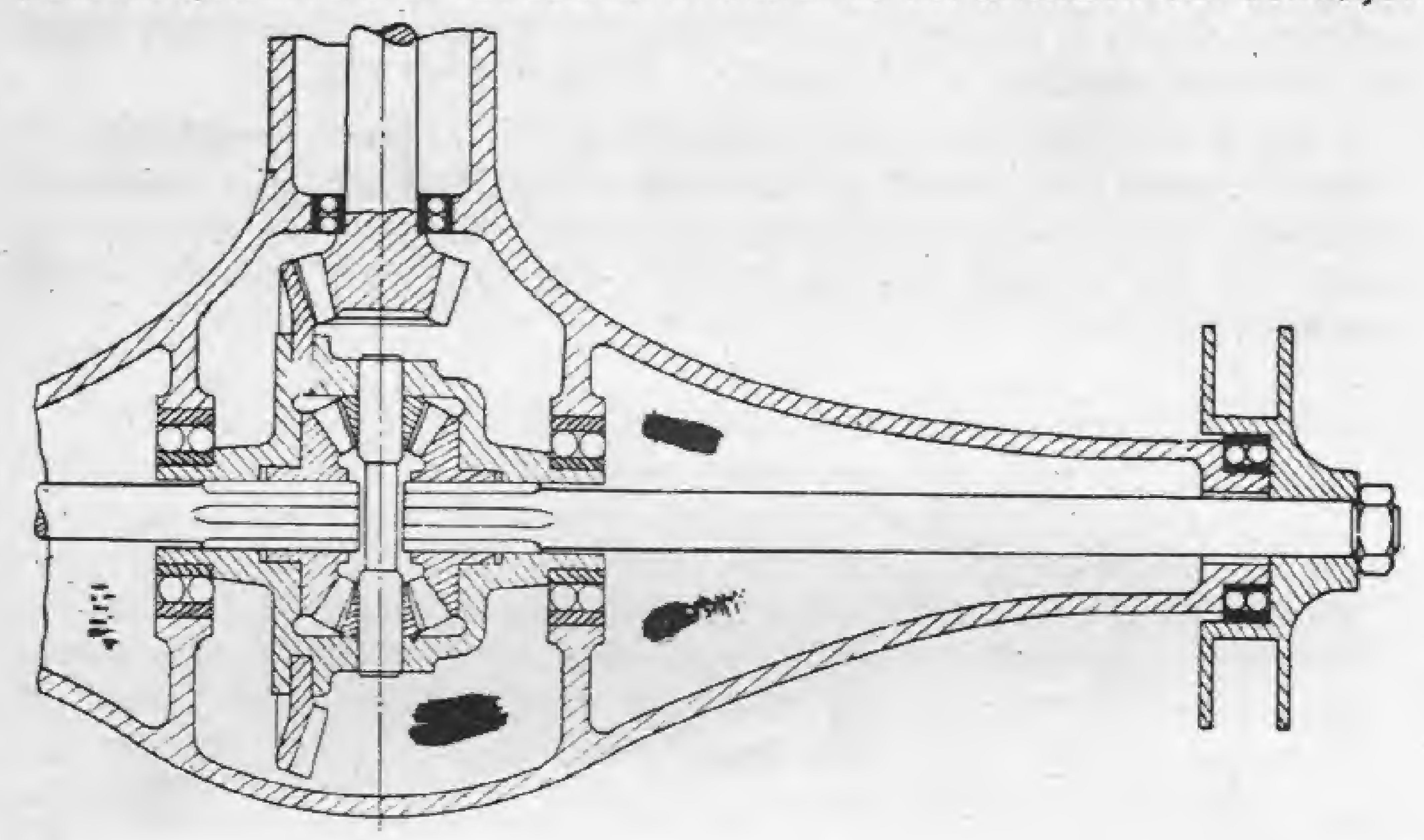


Fig. 8-3. Puente trasero tres cuartos oscilante.

Puente totalmente oscilante

Este es el mejor tipo de puente motriz: cada palier sólo tiene que vencer el esfuerzo de torsión correspondiente a la transmisión de la fuerza recibida del planetario y comunicarla a la rueda mientras que el esfuerzo de torsión es producido por la resistencia que encuentra la rueda, por su adherencia en el suelo del neumático, para hacer avanzar el vehículo.

Cada semieje (fig. 8-4), descansa por uno de sus extremos en el armazón del diferencial mediante un cojinete de rodillos, mientras que el otro extremo del palier tiene unas ranuras longitudinales en las que encajan otras ranuras similares del núcleo de la rueda, de forma que ésta no está fija al eje y, por consiguiente, recibe el esfuerzo motriz sin comunicar al semieje ningún efecto de torsión.

El buje de la rueda, por medio de dos juegos de cojinetes, a rulemanes y a rodillos, descansa sobre el extremo del brazo que sirve de armazón de los semiejes; por consiguiente, todos los esfuerzos de flexión los reciben los cojinetes sirviendo el eje solamente para transmitir el esfuerzo motriz.

Este tipo de puente generalmente es el adoptado en los

vehículos de tracción pesada: grandes camiones, ómnibus de gran capacidad de pasajeros, etc.

Tracción delantera o trasera

Habiendo presentado las soluciones más adoptadas del puente motriz, empleándose en todas ellas la tracción en las ruedas traseras, es ahora oportuno considerar si éste es el mejor sistema puesto que hay fabricantes de automóviles que han adoptado la tracción en las ruedas delanteras y en determinados vehículos la tracción se efectúa, simultáneamente, en las ruedas delanteras y traseras.

Es bien evidente que estas preferencias dependen, en cada caso, de la forma específica que debe de trabajar cada modelo de vehículo (coche, camión, etc.) pues esto es lo que define qué sistema de tracción conviene adoptar. Es ya de suponer que cada uno de estos sistemas tiene sus ventajas y sus inconvenientes, siendo necesario conocerlas para tenerlas en cuenta.

Tracción delantera

Este sistema, bastante utilizado actualmente, tiene las ventajas que se enumeran.

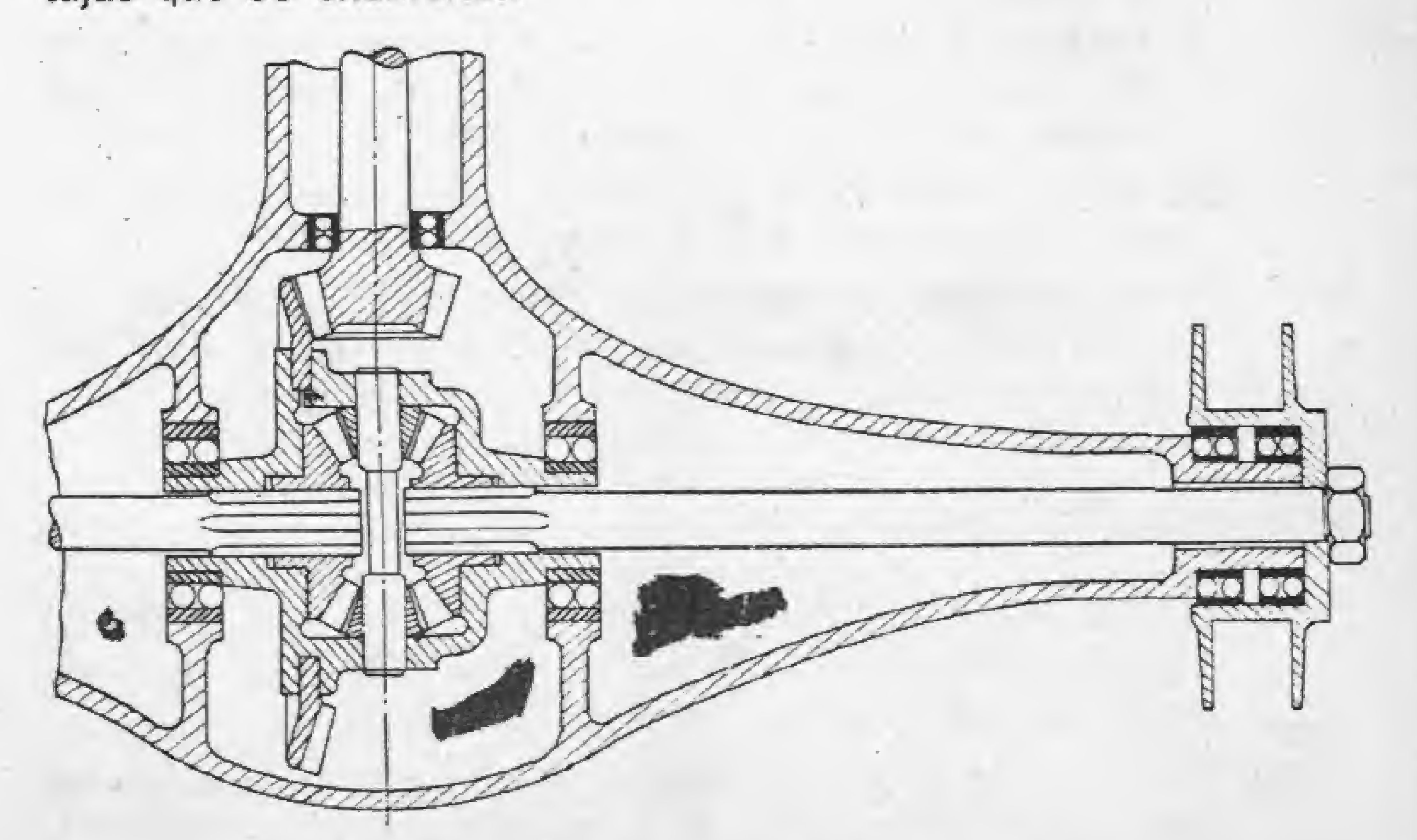


Fig. 8-4. Puente trasero totalmente oscilante

Ventajas de la tracción delantera

1. Eliminación del árbol de transmisión, lo cual permite:
   a) Hacer carrocerías más bajas, aumentando su capacidad útil.
   b) Quedan suprimidas las vibraciones y ruidos que produce el árbol de transmisión.
   c) Simplificación de las carrocerías y de los armazones (chasis) del coche, construyéndolos más sencillos.
   d) Teniendo el coche el centro de gravedad más bajo es posible viajar a grandes velocidades con una mejor sustentación y estabilidad del coche sobre el pavimento.
2. Estando reunidos todos los elementos motrices en la parte delantera del chasis, formando un solo bloque, se obtienen las ventajas siguientes:
   a) Facilidad de las reparaciones por estar los elementos más juntos.
   b) Mejor acción dinámica del coche contra el aire por estar reunido el centro de gravedad en la parte delantera.
   c) Facilidad de cambiar todo el grupo motriz del coche con poco tiempo por realizarse con una sola operación.
3. Respecto a la conducción del coche se obtienen las ventajas siguientes:
   a) Estando la fuerza de tracción del coche "tirando" y no "empujando", se dominan mejor los obstáculos que pueden surgir en el camino.
   b) Mayor seguridad en las curvas, que pueden pasarse con más velocidad.
   c) Si se presentan obstáculos importantes en la ruta, con la tracción delantera hay más facilidades de salir del inconveniente.

Desventajas de la tracción delantera

a) Graves desperfectos en casos de choque por recibir el impacto los órganos principales del coche.

b) Mayor desgaste de los neumáticos delanteros.

c) Gran complicación del tren delantero por tener simultáneamente la dirección y la propulsión del vehículo reunidas en un mismo espacio.

d) Arboles de transmisión y juntas de Cardán más complicadas.
e) Menor adherencia del coche al subir pendientes si el estado del suelo no es muy bueno.

Tracción trasera

Son ya numerosos los fabricantes de automóviles que han adoptado la construcción de algunos modelos de sus coches con la unidad motriz y todo el grupo de propulsión sobre el puente trasero, quedando el tren delantero reducido a los mecanismos de la dirección del vehículo.

Ventajas de la tracción trasera

a) Simplificación al máximo del sistema de transmisión.
b) Posibilidad de hacer carrocerías aerodinámicas con un centro de gravedad muy bajo.
c) Aumento de la adherencia de las ruedas motrices con el suelo.
d) Total aislación de la carrocería del compartimiento motriz.
e) Mayor facilidad de tomar las curvas a gran velocidad con menor esfuerzo en el volante de dirección.

Desventajas de la tracción trasera

a) Graves dificultades en la refrigeración del motor.
b) Complicación de los mandos: cambio de velocidades, carburador, etc.
c) Exceso de peso en las ruedas traseras: pasajeros, grupo motor, etc., observándose desplazamientos laterales con fuertes vientos por el poco peso de la parte delantera del coche; peligro por los frecuentes golpes de choques que no pueden frenar bien los coches.
d) Mayor peligro para los pasajeros por no haber más que la carrocería que los proteja en caso de choque frontal.

Por consiguiente bien vemos que el eje trasero debe tener estructuras bien diferentes según que el grupo motriz y todos sus complementos estén situados en la parte delantera o trasera del vehículo.

Averías y cuidados del eje trasero

El síntoma más frecuente de las averías que puede tener el eje trasero es la producción de zumbidos y ruidos que según sean, pueden orientar donde está la causa de la avería, que pueden clasificarse en cuatro grupos principales.

1. *Ruidos y zumbidos*

   a) Si mientras se mueve el coche, impulsado por el motor, se oye un zumbido constante, puede ser producido por un desgaste excesivo de los dientes del piñón y de la corona; también puede ocurrir que el piñón engrane demasiado profundamente con los dientes de la corona.

   b) Si el zumbido aparece después de desembragar, cuando el coche se desplaza por su propio impulso, entonces es que el piñón engrana con demasiada holgura con la corona, lo cual, también puede ser producido por un desgaste de los dientes, debido a un uso muy prolongado del coche.

   c) Si siempre se produce el zumbido (en los dos casos anteriores) la causa reside en que los piñones o los cojinetes han sufrido un gran desgaste, mientras que si se percibe sólo cuando el coche se desplaza en las curvas la avería está en el diferencial: los satélites y los planetas están muy gastados.

2. *Rotura de un semieje motriz (palier)*

   a) Esta avería se manifiesta claramente: aunque funcione el motor y se embrague para que el coche se desplace, no se mueve, pudiéndose oír ruidos en ciertas circunstancias, pero no siempre. La avería es grave y no debe intentarse hacer remolcar el coche porque pueden ocurrir otras averías aún más importantes en el conjunto de los mecanismos del diferencial.

   b) La causa de la rotura de un palier casi siempre es debida a un arranque demasiado brusco, es decir, aplicar violentamente toda la fuerza del motor embragando de golpe. La inercia de todo el coche impide que se ponga en movimiento y el eje, al recibir este impacto de energía, se rompe. También puede ocurrir lo mismo con un golpe de freno instantáneo. **Atención, mucha atención, a lo explicado.**

3. *Pérdidas importantes de lubricante*

a) Cuando se hacen cambios de aceite, revisar que los tapones queden bien ajustados. Toda mancha de aceite que se observe en el piso del garage, que se ha producido durante varias horas de estacionamiento del coche, debe tratar de localizarse el lugar debajo del coche donde se formó y entonces hacer una revisión y ajuste a fondo.

b) Si se comprueba que las pérdidas de aceite se producen en las uniones y las juntas debe arreglarse de inmediato, puesto que si el lubricante siguiese perdiéndose puede penetrar en los soportes cónicos de los paliers, desplazándose hasta llegar a los frenos, que, por supuesto, dejarían de funcionar lo cual puede llegar a producir gravísimas consecuencias. El conjunto del diferencial debe estar bien lubricado y a la vez que no tenga pérdida alguna.

4. *Roturas de cojinetes o engranajes.*

a) Los cojinetes de bolas (rulemanes) al romperse, ocasionan averías que pueden detener el funcionamiento del coche. Es una avería que debe arreglarse en el taller por tener que desmontar varias partes importantes.

b) El conjunto del diferencial presenta averías que, generalmente, quedan localizadas en la rotura del piñón motriz, de algunos de sus dientes, o bien de la corona, de los satélites, o de los planetas. Es una avería que requiere ser también arreglada en el taller, no pudiéndose remolcar el coche sin antes haber desmontado el diferencial.

c) La causa principal de estas averías, tanto de rotura de los cojinetes como de los dientes de los engranajes, casi siempre es debida a falta de lubricación, suficiente o del tipo adecuado, tanto desde el punto de vista de cantidad como de la clase. Hay que vigilar que los lubricantes estén exentos de cuerpos extraños, especialmente si son duros, porque al interponerse entre los dientes de los engranajes los rompen fácilmente. En caso de dudas, filtrarlos.

Capítulo IX

ARMAZON Y SUSPENSION

Armazón

La finalidad del chasis, o armazón metálico, es sostener y reunir todos los mecanismos y elementos de un automóvil así como toda la unidad motriz.

Se compone esencialmente de dos largueros, especie de viguetas de acero en forma de U, teniendo en diversas partes de su longitud varias formas para poderse adaptar a las diversas partes del coche: soporte del motor, movimientos laterales de las ruedas, desplazamientos verticales del eje trasero, etc. La figura 9-1 representa un chasis de esta clase.

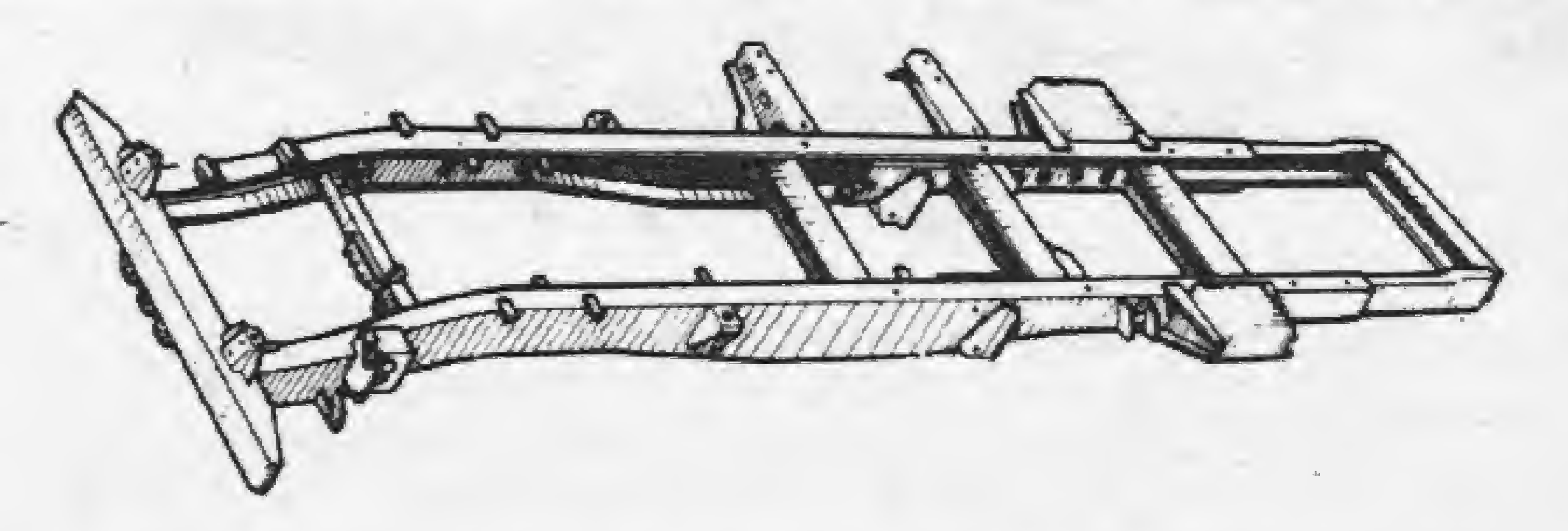


Fig. 9-1. Tipo clásico de bastidor (chasis) formado por dos largueros en forma de U unidos por varios travesaños para darles suficiente rigidez.

Las técnicas adoptadas en los automóviles modernos ha introducido profundas modificaciones en la construcción de los

chasis. Esto se hace para facilitar su construcción así como simplificar el montaje de todos los elementos que componen la parte mecánica del coche, así como también hacer carrocerías de más fácil construcción.

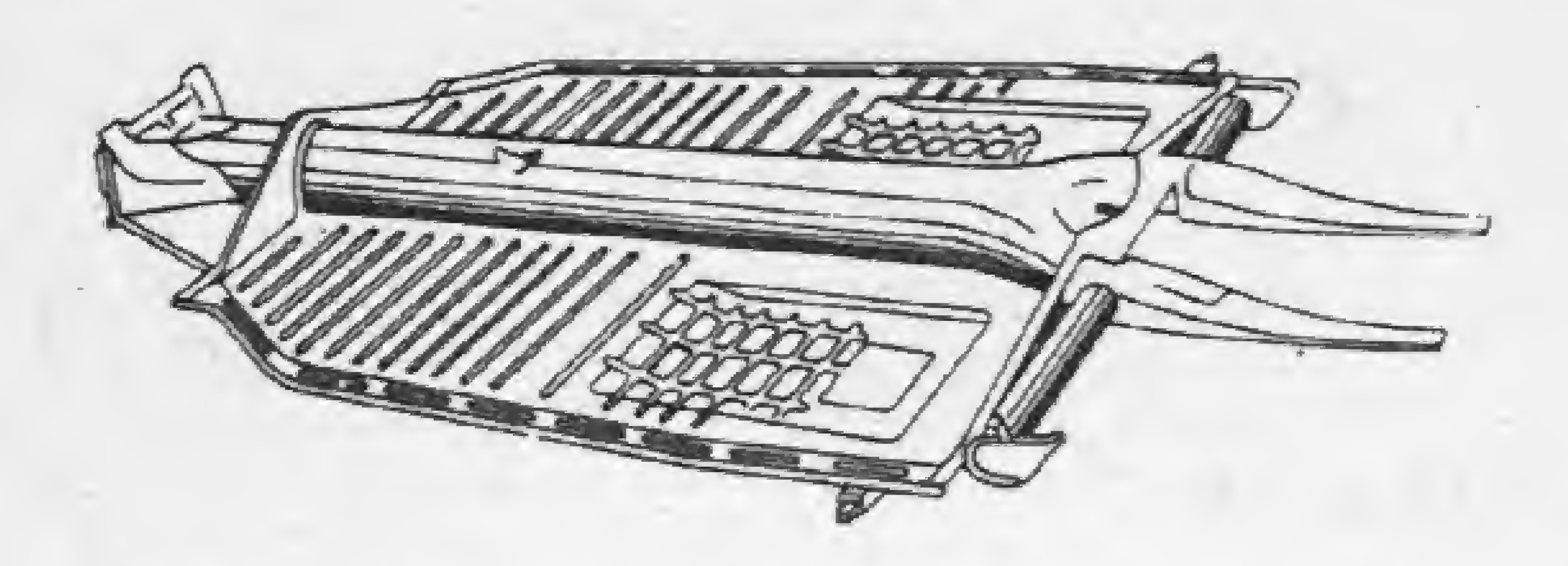


Fig. 9-2. Chasis con viga central y plataforma soldada con dos largueros en un extremo para servir de apoyo al motor.

Basándonos en estos principios vemos en la figura 9-2 un chasis con viga central compuesto de un elemento tubular provisto en su extremo de una horquilla destinada a soportar el block motor. La plataforma, soldada a la viga, sirve para sostener la carrocería y todos los elementos suplementarios del coche.

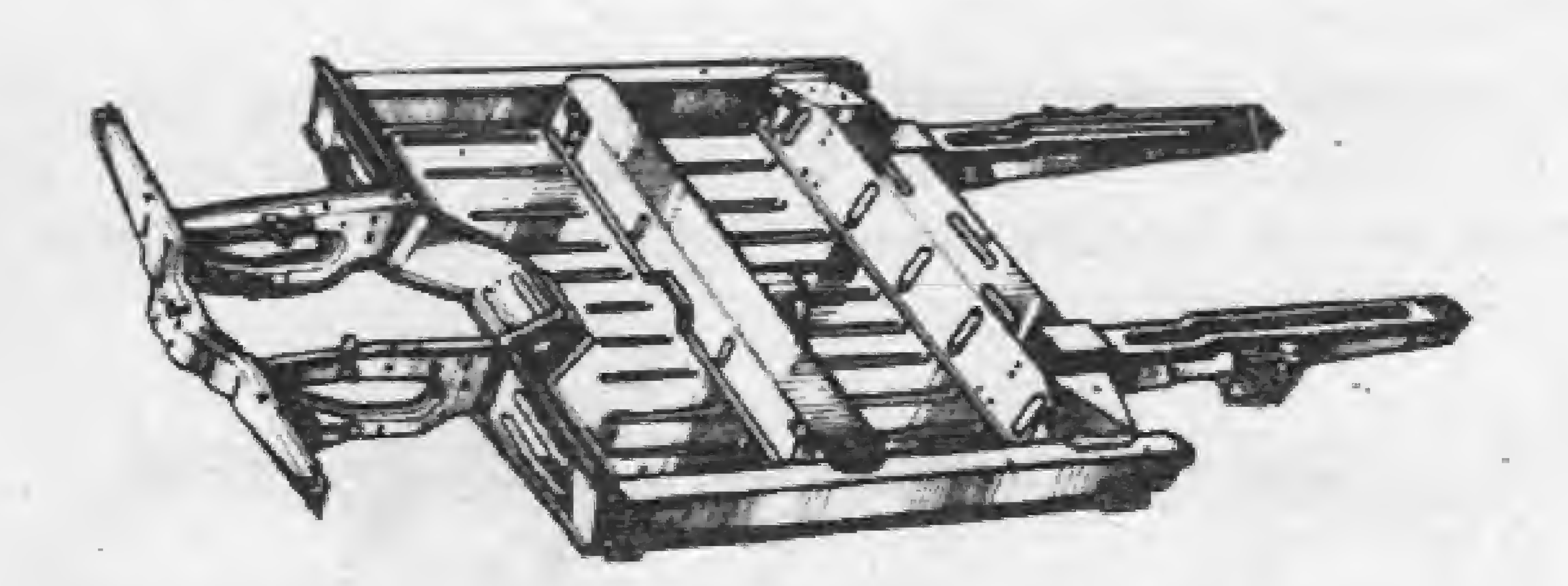


Fig. 9-3. Modelo de chasis formado por dos largueros, a los que se le coloca una plataforma rectangular muy sólida, que sostiene todos los mecanismos y el conjunto de la unidad motriz.

Otro tipo de chasis moderno es el representado en la figura 9-3, compuesto por dos largueros, travesaños y chapas de buen espesor, al que se fijan los elementos mecánicos y la carrocería. Este chasis es más rígido que el anteriormente descrito.

Completando estas nuevas orientaciones, en la figura 9-4 se representa un modelo de carrocería autoportante que se adapta sobre el chasis y el conjunto del coche ya queda montado, con

una simplificación extraordinaria. Este sistema de carrocería ya es adoptado por diversos fabricantes de automóviles de los modelos más difundidos de gran aceptación por el público.

Todos los chasis, cualquiera sea su tipo, tienen varios apéndices o patas de fijación, destinadas a recibir los puntos de apoyo de la carrocería así como también una forma adecuada para fijar el tren delantero.

En resumen, el chasis está construido de tal forma y reforzado con travesaños, que puede resistir los esfuerzos longitudinales y transversales a que está sometido y, a la vez, tener la forma adecuada para adaptarse a las diversas maniobras que debe poder efectuar el vehículo.

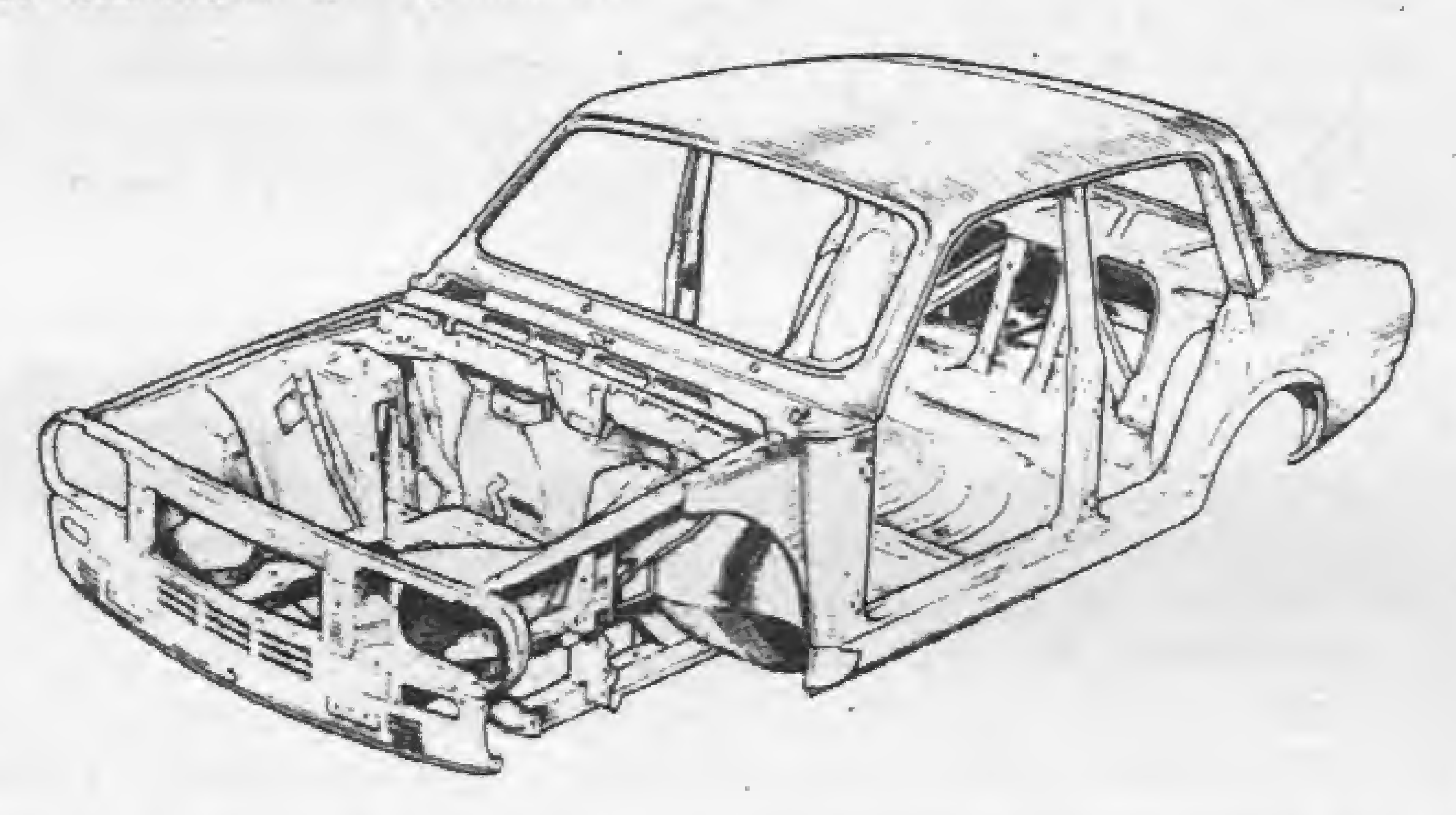


Fig. 9-4. Carrocería autoportante estudiada para simplificar la construcción de los automóviles y facilitar la adaptación al chasis.

Fijación del motor al chasis

El punto que más atención merece por parte de los constructores de automóviles es la colocación y fijación del motor al chasis. En primer lugar porque es la parte del vehículo que pesa más y, además, debido a que su mismo funcionamiento produce importantes trepidaciones y vibraciones, las cuales se procura que se comuniquen al chasis lo más amortiguadas posible. La solución más generalizada consiste en sostener todo el block motor mediante tres apoyos consistentes en sólidos bloques de caucho especial, que tiene la doble propiedad de no resecarse, ni ser atacado por el aceite (el enemigo número uno del caucho de los neumáticos). Con esta disposición las vibraciones producidas por el motor con el movimiento alternativo de los pistones y las bielas así como los efectos de las explosiones, son casi

totalmente absorbidas por estos suplementos de caucho artificial evitándose que se propaguen al chasis, luego a la carrocería y finalmente a los asientos de los pasajeros.

Suspensión

El conjunto de elementos que constituyen el sistema de suspensión de un automóvil tienen por objeto: a) producir el mayor confort posible a los pasajeros, transformando los choques bruscos de las ruedas contra los obstáculos del camino en efectos más suaves contra el armazón; b) proteger los diversos mecanismos (motor, cambio de marchas, etc.) de la acción destructora de los choques, trepidaciones fuertes y vibraciones; c) mejorar la marcha del coche sobre el pavimento y facilitar el funcionamiento de la dirección, suavizando sus movimientos.

El sistema de suspensión de un vehículo automotor está compuesto de tres partes esenciales, que son: a) los resortes, de ballesta, o circulares en forma de hélice, y la barra de torsión; b) los amortiguadores, cuya finalidad es absorber rápidamente las vibraciones de los resortes; c) los neumáticos. También se consideran los cojines de los asientos, por lo que respecta al aumento de la comodidad de los pasajeros: su finalidad es absorber totalmente todo residuo de vibración que hubiese pasado a través de los tres elementos antes mencionados. Consideremos separadamente los efectos que producen los obstáculos que se encuentran en el camino a través de todo el sistema de suspensión.

Los neumáticos son los que reciben directamente los choques de las irregularidades del camino (hoyos y resaltes) así como de los obstáculos que puedan encontrar (piedras, etc.); contrariamente a la opinión general, el neumático no absorbe los choques que recibe sino que los transmite al árbol delantero a través del eje de la rueda: actúa como un resorte, es decir, que en vez de comunicar instantáneamente el choque recibido lo hace lentamente, de donde un efecto dilatorio en el tiempo. Los resortes reciben los choques transmitidos por los neumáticos, poniéndose a vibrar, distendiéndose más o menos según sea su elasticidad. Ahí sí que tenemos un verdadero efecto de absorción del choque, en los resortes, pero éstos tienen la tendencia de querer oscilar un tiempo relativamente grande que conviene evitar: es la función de los amortiguadores que restablecen pronto el estado de equilibrio debido a su sistema duro de elasticidad.

En realidad, los resortes y los amortiguadores actúan como dos circuitos oscilantes acoplados rígidamente, en los cuales las oscilaciones se amortiguan rápidamente.

Resumiendo, el sistema de suspensión funciona así: el neumático recibe el impacto y lo transmite, aminorando (con mayor amplitud de tiempo) al eje delantero; éste lo comunica a los resortes que lo absorben casi totalmente, gastando la energía recibida en forma de vibraciones mecánicas que transmitirían al armazón si no actuasen los amortiguadores que restablecen bien pronto la condición de reposo relativo; lo que queda del choque recibido pasa entonces al chasis, comunicándose a la carrocería y, por consiguiente, a los asientos.

Resortes a láminas de ballesta

Están formados por varias láminas de acero superpuestas (fig. 9-5). Generalmente se fijan al chasis mediante la lámina más larga, cuyos extremos curvados, en forma de ojo, alojan el pasador de fijación; las otras láminas son más cortas y su curvatura va aumentando a medida que se alejan de la lámina mayor, llamada maestra. El conjunto se fija por medio de un perno que pasa a través de un agujero que tienen en su punto medio todas las ballestas; asimismo, unas abrazaderas en U impiden que las láminas se desplieguen en forma de abanico.

Las ballestas están hechas de acero al manganeso, o al silicio, y deben poseer las dos cualidades siguientes: a) ser muy resisten-



Fig. 9-5. Sistema de suspensión con ballestas de láminas de acero.

tes para soportar los esfuerzos sin deformarse; b) lo suficientemente elásticas para absorber los choques bruscos transmitidos por las ruedas. Los resortes de las ruedas traseras siempre son más elásticos que los de las ruedas delanteras y esto con dos fines: para aumentar el confort de los pasajeros sentados atrás (lo cual se consigue con una gran elasticidad de las ballestas posteriores) y para evitar que la parte delantera del coche oscile lentamente, lo cual sucedería si los resortes fuesen muy flexibles.

Fijación de las ballestas

Las láminas de acero (ballestas) se usan tanto en la suspensión del eje delantero como del eje trasero, con ciertas diferencias, por lo que vamos a considerar cómo se relacionan con el armazón (chasis) y sus ejes respectivos.

Fijación al chasis. Puesto que las láminas al recibir un esfuerzo se deforman, estirándose y variando su curvatura, es evidente que hay que montarlas de manera que puedan seguir estas deformaciones, es decir, no se puede fijar por sus dos extremos al chasis (porque esto impediría que se alargase) sino por uno solo. La otra extremidad de la ballesta se fija a una gemela, que

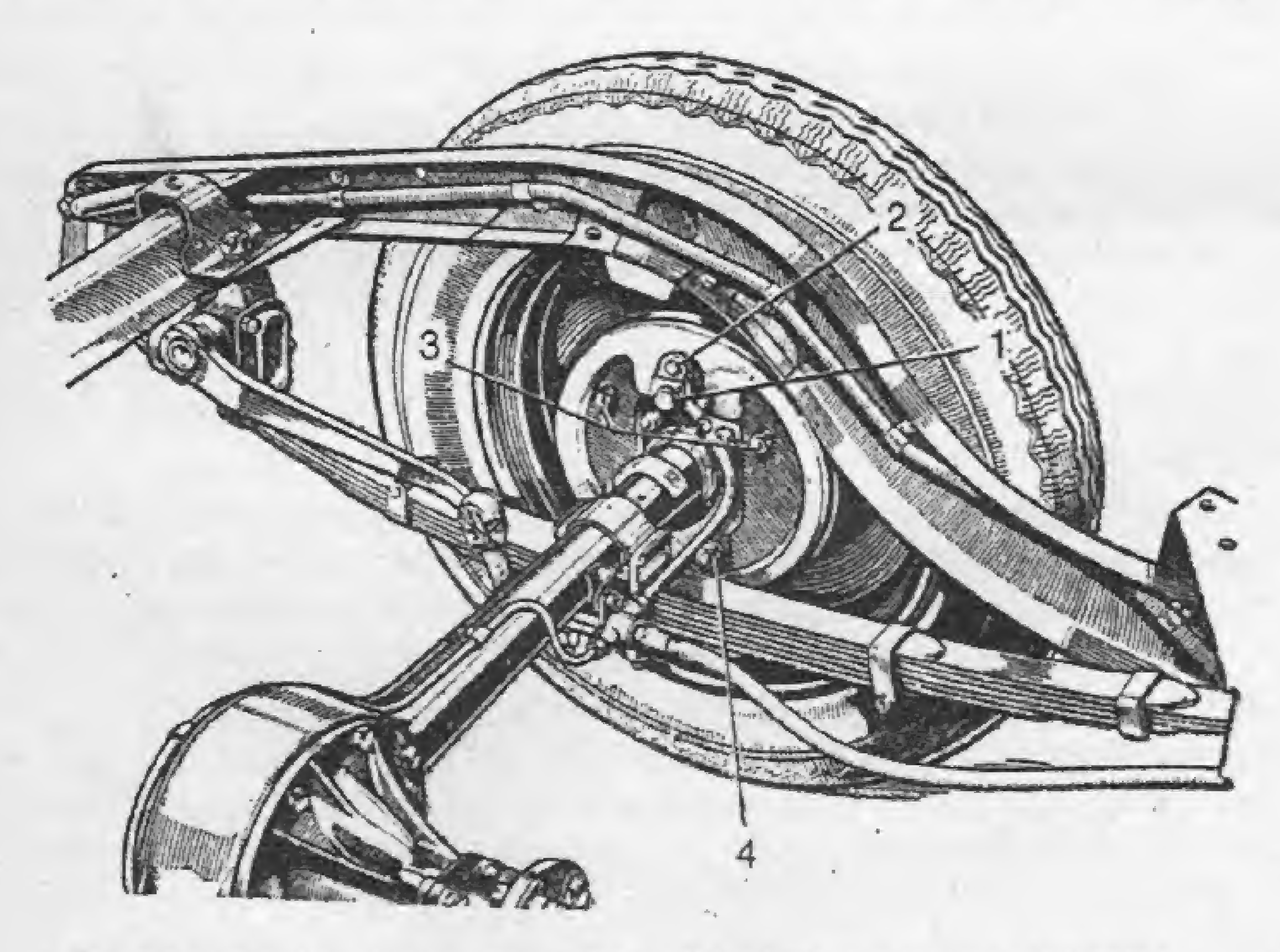


Fig. 9-6. Detalle de la suspensión del eje trasero con ballestas.

tiene la forma de 8, y ésta al chasis; de esta manera la elasticidad de las ballestas no se ve limitada, actuando en plena libertad de movimientos. Por lo tanto, bien vemos que las gemelas sirven de lazo de unión entre el extremo movible de la ballesta maestra y el armazón.

Fijación al eje trasero. La suspensión del eje trasero generalmente se realiza según el principio representado en la figura 9-6, es decir, el eje apoyando en el punto medio de las ballestas; un extremo de la ballesta maestra se articula en el chasis y el

otro extremo a una gemela, también fijada al armazón. Esta solución no es general, habiendo variantes respecto a la manera de colocar la ballesta, encima o debajo del eje trasero: la figura representa esta última solución.

El sistema de suspensión en el eje trasero siempre es el que ha merecido mayor atención de los fabricantes de automóviles con el fin de aumentar el confort de los pasajeros, sentados en la parte posterior del coche. Se usó mucho la forma "cantilever", (fig. 9-7), que consiste en colocar el juego de ballestas invertido, es decir, con la ballesta maestra abajo estando su parte central



Fig. 9-7. Sistema de suspensión denominada cantilever.

fijada al armazón, su extremo posterior apoyándose en el eje trasero (mediante una pieza en forma de collar y abrazadera) y el otro extremo suspendido al chasis por medio de una gemela. También debo mencionar otro sistema de suspensión, llamado "semicantilever" (fig. 9-8), que consiste en utilizar sólo la mitad de las ballestas del cantilever; en este caso la parte central de las ba-

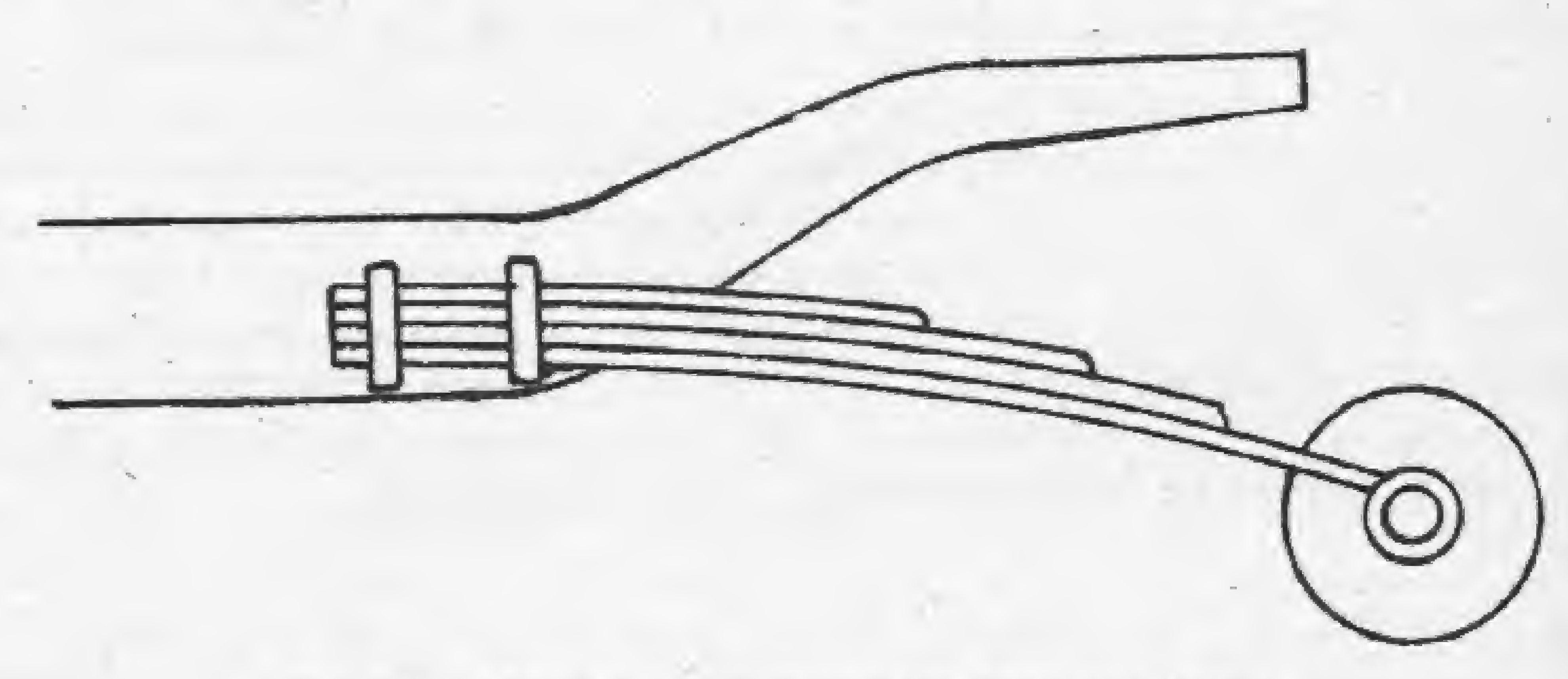


Fig. 9-8. Método de suspensión semicantilever.

llestas se fija al chasis y el extremo de la ballesta maestra se apoya sobre la del eje trasero.

Fijación del eje delantero. La forma típica de colocar las ballestas en el eje delantero es totalmente similar a la descripta para el eje trasero, ilustrada en la figura 9-6. Hay dos variaciones

de detalle posibles: a) que la gemela esté fija al extremo delantero del chasis; b) que se coloque en la parte posterior de la ballesta maestra por intermedio de un soporte especial que permita la articulación angular debido al movimiento de flexión. Con la suspensión independiente de las ruedas delanteras se ha generalizado emplear un sistema de suspensión transversal, estando el conjunto de juegos de ballestas articulado en sus dos extremos mediante soportes especiales que forman parte integrante de los bujes de las ruedas delanteras; en estos casos intervienen mecanismos complementarios (amortiguadores, barras de torsión, etcétera), que estudiaremos oportunamente.

Resortes circulares

El único sistema de suspensión que emplearon los fabricantes de automóviles hasta hace pocos años fue el de láminas de acero. La aparición de los amortiguadores hizo posible la utilización de los resortes circulares, y cónicos, que tienen positivas ventajas sobre los de ballesta, puesto que con el mismo peso son capaces de absorber mayor cantidad de energía de los choques, pero, tienen el inconveniente de continuar oscilando mucho tiempo, manteniendo a la carrocería en un estado vibratorio inaceptable. Gracias a los amortiguadores se ha vuelto a reconsiderar su utilización, siendo varias grandes marcas de automóviles las que los utilizan actualmente en sus sistemas de suspensión.

Otras ventajas de la suspensión a resortes circulares es que prácticamente no requieren ningún cuidado, no presentan el grave inconveniente de la oxidación de las ballestas y no necesitan ser engrasados; en fin, en la forma que los emplean generalmente, dentro de armazones cilíndricos, aún en el caso de su ruptura no representa ninguna consecuencia trascendente, mientras que si se rompe la lámina maestra de una suspensión a ballesta pueden ocurrir gravísimas consecuencias a los pasajeros.

Barras de torsión

Probablemente éste será el sistema de suspensión que se adoptará en los vehículos de peso reducido por su simplicidad, eficacia y economía.

Se compone, esencialmente, de una barra redonda de acero especial cuyo coeficiente de elasticidad sea adecuado al trabajo

de torsión que debe efectuar. Se coloca en un travesaño del chasis (fig. 9-9), montada en dos soportes semejantes a cojinetes, estando fija en el extremo del medio del coche y libre de poder girar en el otro soporte; el extremo libre lleva fija una palanca,

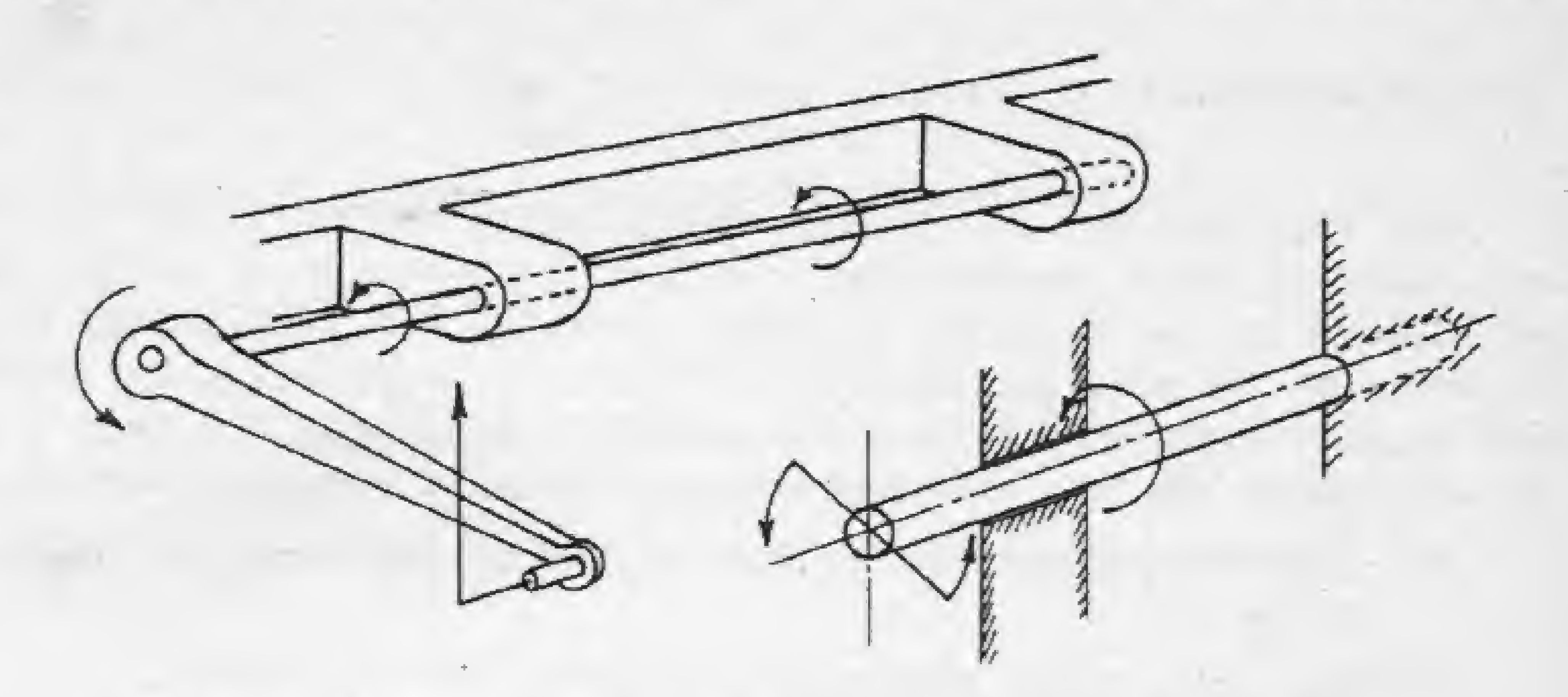


Fig. 9-9. Fundamento de cómo funciona la barra de torsión.

la cual sostiene el eje de la rueda. En cuanto se coloca la rueda en su eje, el peso del chasis actúa descansando en esta barra, tendiendo a retorcerla (por estar fija en un extremo) hasta encontrar una posición de equilibrio. Si ahora hacemos avanzar el chasis y la rueda encuentra un pavimento accidentado, al levantarse la rueda por encontrar un resalto, la palanca se levantará y retorcerá algo más la barra torsional, en cambio si la rueda encuentra un hoyo la palanca descenderá y la barra se distenderá un poco, hasta restablecer la condición de equilibrio, y así sucesivamente según las alternativas del camino, de suerte que los desplazamientos verticales del eje de la rueda en vez de comunicarse al armazón del coche son absorbidos por los efectos torsionales de la barra de suspensión.

Este sistema presenta numerosas ventajas, como ser: a) la suspensión es muy suave y en los virajes el coche mantiene una estabilidad perfecta; b) El conjunto es mucho más ligero que los sistemas a ballesta y resortes y no está sujeto con tanta facilidad a la ruptura; c) no necesita ningún cuidado, de limpieza ni engrase; d) su grado de flexibilidad es permanente, cosa que no ocurre con las ballestas y los resortes, que se van distendiendo con el tiempo; e) en caso de ruptura lo único que sucede es que la carrocería viene a descansar sobre el chasis, sin suspensión, pero no puede ocurrir ningún accidente.

Ciertos constructores de automóviles emplean el sistema mixto de suspensión: a barras de torsión en el tren delantero y con láminas de acero, o resortes, en el eje trasero; otros en

cambio, como Citroën, lo han adoptado totalmente en sus coches, empleando la disposición longitudinal en la parte delantera y transversal para las ruedas traseras.

Amortiguadores

Su finalidad es amortiguar rápidamente las oscilaciones de los resortes de la suspensión y, a la vez, aminorar el peligro de su ruptura en las frenadas bruscas. Aunque hay dos clases fundamentales de amortiguadores, a fricción e hidráulicos, en realidad pueden clasificarse en cinco grandes categorías, de cada una de las cuales hay una variedad sorprendente de modelos distintos.

1) Amortiguadores que frenan cualquier deformación del resorte.
2) Los que actúan solamente durante su expansión.
3) Aquellos que frenan sólo el restablecimiento del equilibrio del resorte.
4) Los que actúan en los dos sentidos, con preponderancia a frenar la expansión del resorte.
5) Los amortiguadores que frenan las vibraciones de los resortes en forma proporcional a la velocidad de su deformación.

Estos diversos modelos, algunos muy ingeniosos, todos ellos se fundan en el principio de los amortiguadores hidráulicos y a fricción, por cuyo motivo voy a concretarme a describir el principio del funcionamiento de estos dos sistemas.

Amortiguadores a fricción

Los prototipos son los ideados por Roumens (acción progresiva) y por Repusseau (a raglaje variable). Se componen de dos brazos articulados en forma de compás, en cuyo vértice tienen una especie de tambor que contiene una serie de discos, metálicos y de madera, alternadamente dispuestos, unos fijos a un brazo y los otros al otro brazo, teniendo un tornillo central que permite regular la presión entre los discos y, por consiguiente la fricción que entre ellos se ejerce. Los dos extremos de los brazos se fijan, al chasis y al armazón de ballestas (fig. 9-10).

Cuando los resortes oscilan, los dos brazos siguen los movimientos desplazando los discos angularmente, amortiguando por consiguiente las oscilaciones y esto en los dos sentidos, es decir,

que son de doble efecto, frenando cualquier deformación del resorte. Estos amortiguadores tienen la ventaja que son económicos y requieren poco cuidado, amortiguan las vibraciones pequeñas, así como las grandes, y son fáciles de instalar. El sistema Repusseau es similar al anterior con la diferencia que puede regularse, desde el tablero del coche, la presión entre los discos y por lo tanto, la fricción que entre ellos se ejerce; no obstante ser excelentes, son poco usados porque representan cuatro controles

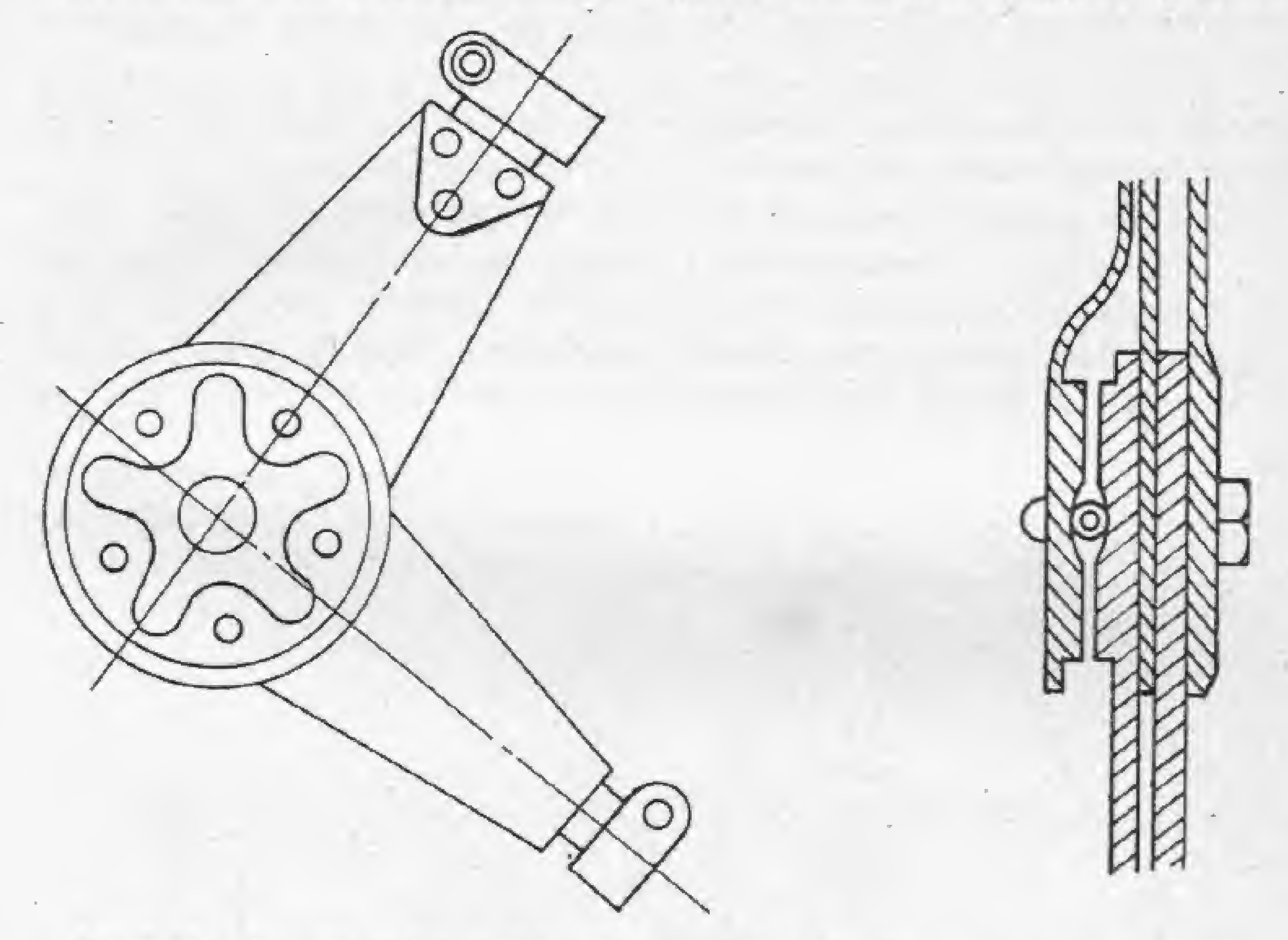


Fig. 9-10. Amortiguador a fricción y detalle de su composición interna.

suplementarios para el conductor del vehículo (uno para cada amortiguador).

Amortiguadores hidráulicos

Hay dos tipos de esta clase de amortiguadores: a) giratorios; b) telescópicos.

Amortiguador giratorio

El principio de su funcionamiento se indica en la figura 9-11. Consiste en tener un recipiente con dos compartimientos, lleno

de un líquido viscoso, por ejemplo, glicerina mezclada con aceite. Los dos compartimientos se comunican entre sí por un orificio abierto en forma permanente y, además, por otro agujero más grande que el anterior, obstruido por una esferita de acero presionada por un resorte para que tape este conducto en uno de los dos sentidos. En el centro puede desplazarse angularmente una especie de pala cuyo eje (prolongado fuera de la caja del amortiguador) lleva fijo en su extremo la palanca que recibe las oscilaciones de la ballesta por intermedio de una varilla de hierro.

Cuando los resortes están quietos, la pala no se mueve y el líquido está en reposo, pero tan pronto los muelles se mueven el mecanismo entra en acción en la forma siguiente:

1. Si las ballestas se levantan, la varilla sigue este movimiento y desplaza el extremo de la palanca cuyo eje, simultáneamente, mueve la pala hacia la derecha y el líquido, presionado, pasa a través del pequeño orificio superior y por el obstruido por la bolita, siendo evidente que

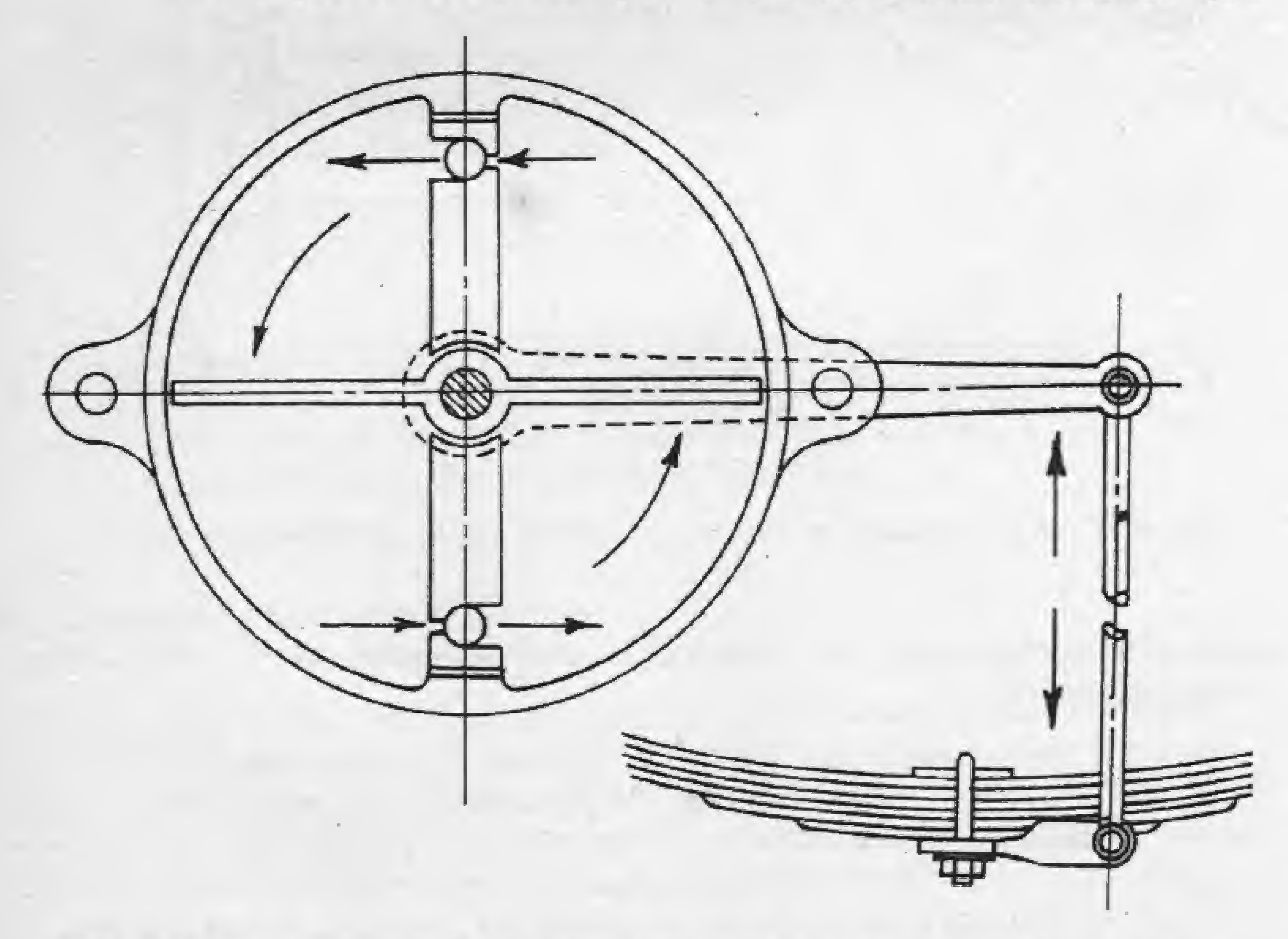


Fig. 9-11. Representación de cómo funcionan los amortiguadores hidráulicos giratorios.

el movimiento se ve retardado por la viscosidad del líquido al pasar lentamente a través de los orificios, o sea que el impacto vertical de las ballestas queda amortiguado.

2. Al descender los muelles, la varilla arrastra la palanca y la pala gira en sentido contrario al anteriormente descrito, empujando el líquido contenido en el compartimiento de la izquierda que, al ser presionado trata de pasar al compartimiento de la derecha, haciéndolo sólo por el orificio superior puesto que el otro orificio está obstruido por la esferita, resultando de todo esto que el líquido pasa con más dificultad que antes y, por consiguiente, amortigua más los descensos de las ballestas que las subidas.

El cuerpo del amortiguador está fijado al armazón del coche (chasis) y la palanca a las ballestas, consiguiéndose con el mecanismo descrito, que las vibraciones de las ballestas se amortigüen rápidamente.

El esquema que se ha descrito es de un amortiguador de simple efecto, por ser más fácil de comprender su funcionamiento, pero los coches están equipados con amortiguadores de doble efecto. Los compartimientos están formados por dos cilindros en los cuales se desplazan pistoncitos accionados por una pequeña manivela, fija al eje de la palanca. En la figura 9-12 se representa un amortiguador que funciona con este principio, cuyos números

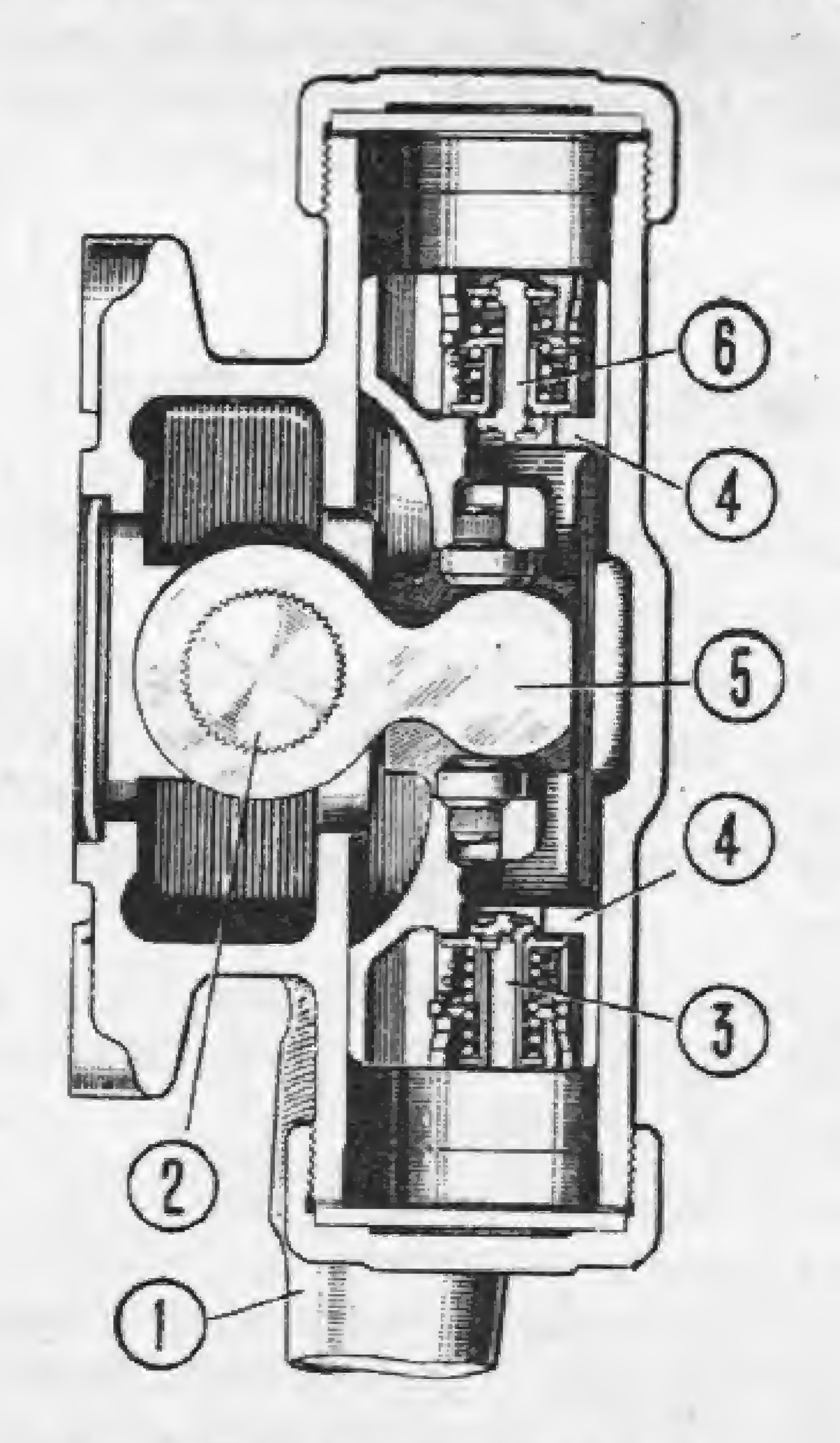


Fig. 9-12. Amortiguador hidráulico de doble efecto.

indican: (1) palanca de unión con la ballesta de suspensión; (2) perno dentado; (3) válvula de relleno; (4) pistoncitos; (5) palanca interna de mando; (6) válvula de compresión.

Amortiguador telescópico

Se compone de dos tubos enchufados telescópicamente, el superior fijado al chasis y el inferior a las ballestas, de ahí que cuando éstas oscilan, los dos tubos se deslizan entre sí. Fijo al tubo superior hay un vástago que desplaza dos pistones colocados a cierta distancia: el inferior presiona aceite, o un líquido muy viscoso, mientras que el superior cierra una cámara de aire. El funcionamiento está fundado en que cuando desciende el pistón, el aceite pasa con relativa facilidad a una cámara inferior a través de un agujero central y por varios otros de menor diámetro; cuando el pistón sube, el orificio central se obstruye por una valvulita esférica y el aceite entonces pasa por los orificios pequeños con muchísima más dificultad que antes. De todo esto resulta que cuando las ballestas o los resortes se comprimen, el amortiguador actúa en forma moderada, mientras que al distenderse produce un intenso frenaje que es, precisamente, cuando el chasis recibiría el impacto de energía acumulada por el resorte si no hubiese amortiguador. Un ejemplo de amortiguador moderno, instalado en los coches Fiat 128, se representa en la figura 9-13.

Inspección de los amortiguadores hidráulicos

Pueden efectuarse las operaciones siguientes estando instalado en el coche el amortiguador:

1. Comprobar si el nivel del líquido está bajo, observando si la resistencia del amortiguador es uniforme en todo su desplazamiento; esta prueba puede realizarse levantando y bajando el coche bruscamente en cada uno de los cuatro extremos.
2. Verificar las abrazaderas de fijación del amortiguador, los pernos y los bujes, a ver si todo está en perfectas condiciones de funcionamiento.
3. Si se observa que hay escape de líquido hay que desmontar el amortiguador y repararlo, reemplazarlo por otro de nuevo, o en buen estado; rellenarlo solamente no sirve de nada, porque volverá a perder por donde está el defecto.
4. Los amortiguadores defectuosos se revelan fácilmente, porque o son muy suaves o muy duros; en el primer caso

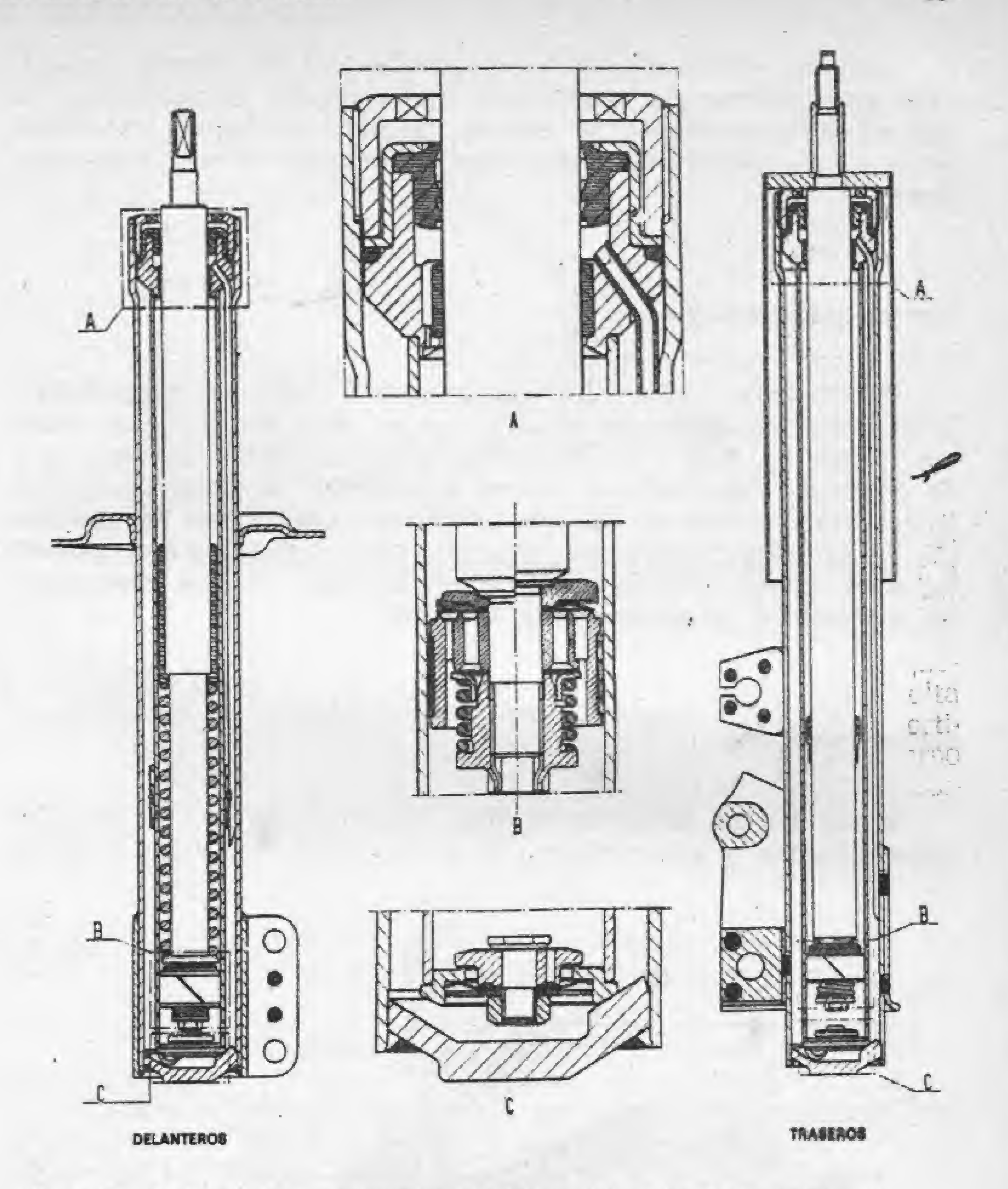


Fig. 9-13. Sistema de amortiguador hidráulico del coche Fiat modelo 128.

hay falta de líquido por haberse abierto la válvula (suciedad interpuesta) o rotura de alguna pieza interna; en cambio, si son muy duros, es señal de que se ha roto alguna pieza del mecanismo, se ha obstruido la válvula de paso o se ha congelado el líquido.

5. Si un amortiguador hace ruido puede ser debido a una de las causas siguientes: a) bujes gastados, o rotos; b) ha perdido todo o casi todo el líquido; c) el montaje de las piezas internas está flojo.

Además de los distintos procedimientos que hemos considerado para obtener la suspensión del vehículo, complementados por los amortiguadores, se utilizan también las barras estabilizadoras y las barras reactoras, para obtener un efecto más completo.

Barras estabilizadoras

Son barras, hechas con aceros que tengan una gran flexibilidad, que unen entre sí las dos ruedas delanteras, o las traseras, y que se fijan a la carrocería mediante bujes con soportes de goma del tipo llamado bloque silencioso. El objeto de estas barras estabilizadoras es, precisamente, estabilizar la carrocería, limitando su inclinación, en los virajes. Actúa de complemento, como efecto corrector, pero, en realidad, no son elementos de suspensión, la ayudan para mejorarla.

Barras reactoras

Estas barras están colocadas, longitudinalmente u oblicuamente, fijadas al eje trasero y a la carrocería mediante bloques

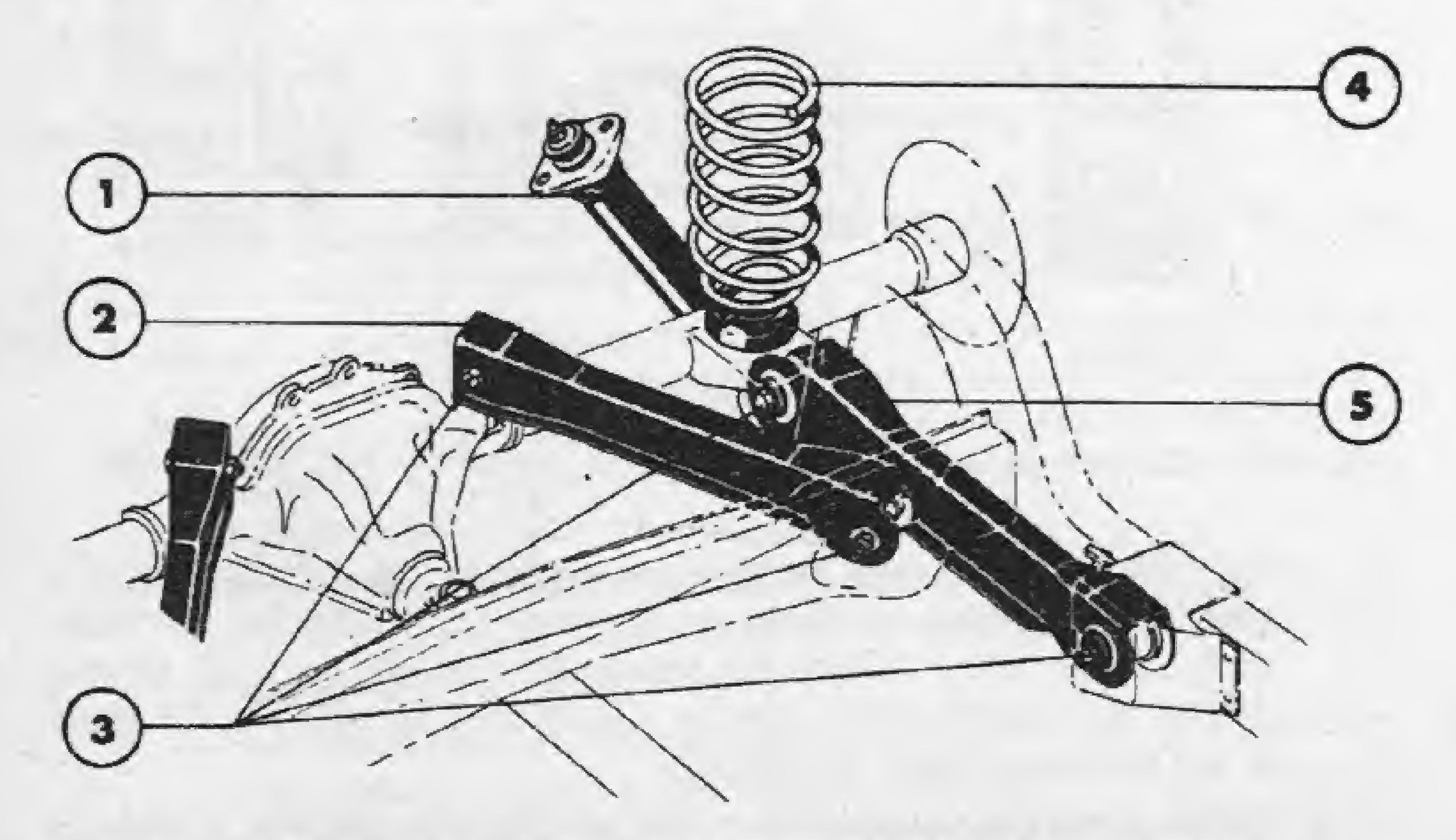


Fig. 9-14. Instalación de barras reactoras en el eje trasero. Los números representan: (1) amortiguador; (2) barra reactora oblicua; (3) articulaciones de caucho; (4) resorte helicoidal; (5) barra reactora longitudinal.

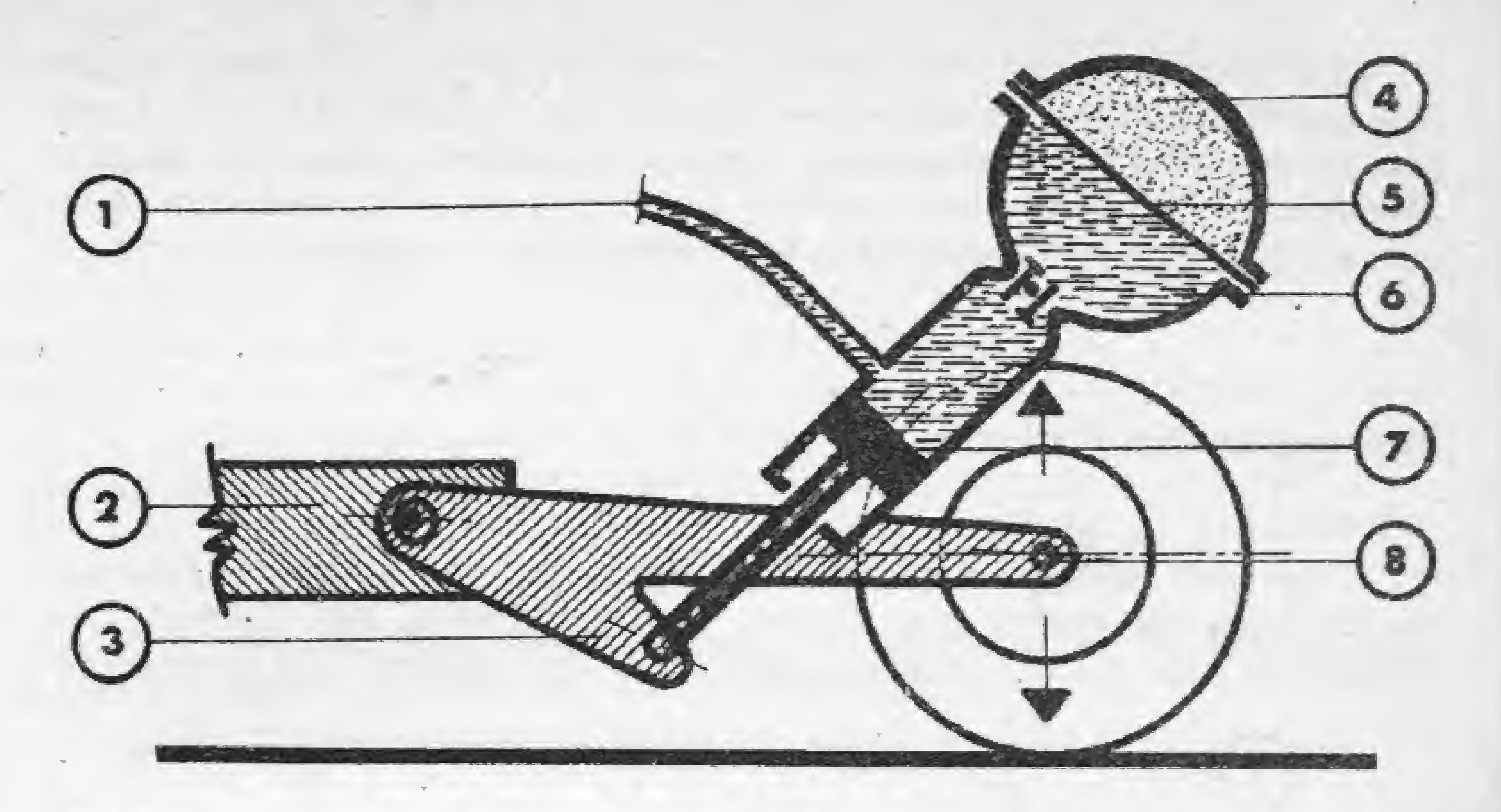


Fig. 9-15. Suspensión hidroneumática. (1) Entrada de aceite; (2) chasis; (3) brazo de suspensión; (4) cámara con gas (nitrógeno); (5) membrana elástica; (6) aceite; (7) émbolo hermético; (8) eje de la rueda. Las flechas indican los movimientos verticales.

silenciadores de caucho especial, obteniéndose con estas barras reactoras los siguientes resultados:

a) Un efecto más controlado de los esfuerzos que actúan en las aceleraciones y en el frenado.

b) Una transmisión más suave del esfuerzo de tracción del vehículo evitándose los efectos de tironeo, por ser absorbidos.

c) Las barras reactoras, siendo completamente independientes de los resortes o elásticos, del sistema de suspensión, no pueden deformarlo con sus esfuerzos, obteniendo gracias a ellos una marcha del coche más suave. La figura 9-14 ilustra la disposición de cómo están colocadas las barras reactoras. Ejemplos de su utilización los tenemos en los coches modelos Rambler, Torino, Renault 12.

Existen, además, otros tipos especiales de suspensión, entre los cuales mencionaremos los siguientes:

Suspensión hidroneumática

Este sistema (fig. 9-15) mantiene entre las ruedas y el chasis un sistema elástico de unión obtenido por la compresión de

un gas encerrado en una esfera metálica hueca, en cuya mitad hay un diafragma que separa el gas de un líquido el cual, al ser presionado por un pistón, que sigue los movimientos del desplazamiento vertical de las ruedas, hace que sean absorbidos suavemente sin ser transmitidos abruptamente al chasis.

Suspensión hidroelástica

Con ese sistema (fig. 9-16), la elasticidad es obtenida mediante bloques de goma que sirven de recipientes del líquido que transmite las variaciones de altura de las ruedas. La comunica-

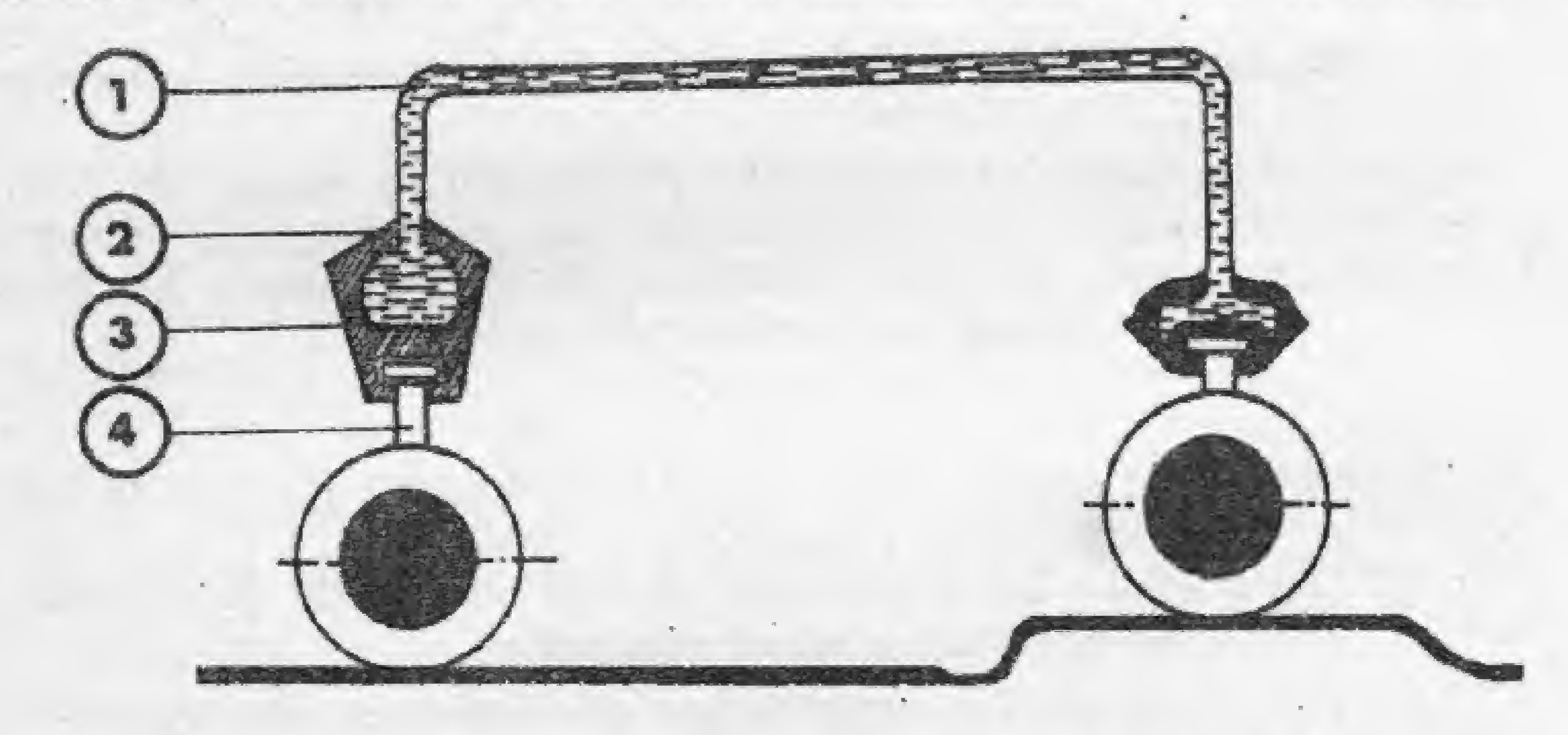


Fig. 9-16. Suspensión hidroeléctrica. (1) Aceite; (2) bloque de goma; (3) membrana elástica; (4) brazo de suspensión.

ción del líquido entre los dos elementos se realiza por medio de un tubo que mantiene el equilibrio sin afectar el chasis. El inconveniente de este sistema es que limita la libre articulación de las ruedas un poco.

Sistemas de suspensión de las ruedas

Tiene una importancia muy grande el sistema de suspensión que se adopte en un automóvil puesto que de él dependen las siguientes cualidades del vehículo:

a) Estabilidad del coche, tanto por la seguridad como por la tenida en su desplazamiento.

b) Comodidad mayor para los pasajeros por viajar más confortablemente.

c) Posibilidad de transitar por caminos irregulares.

Los fabricantes de automóviles emplean los tres sistemas de suspensión que hemos considerado anteriormente: a ballestas (o láminas semielípticas), a resortes helicoidales, y con barras de torsión, tanto es así que, como veremos, en un mismo modelo de coche hasta llegan a utilizar los tres sistemas; no obstante, los resortes helicoidales (en espiral) son cada vez más empleados. De todas formas, sea cual sea el sistema de suspensión utilizado, siempre son asistidos con amortiguadores.

Por consiguiente, los sistemas de suspensión de las ruedas pueden clasificarse en las formas siguientes:

1) Ruedas delanteras y traseras independientes.
2) Ruedas delanteras independientes y traseras unidas al eje trasero.
3) Ruedas delanteras independientes y traseras rígidas al eje trasero con barras de inercia.
4) Ruedas delanteras y traseras interdependientes entre sí.

Describiremos sólo el caso 1), ruedas delanteras y traseras independientes, puesto que los otros tres son una combinación de los casos ya tratados anteriormente y los que ahora estudiaremos. Tomaremos como ejemplos los sistemas de suspensión, delantera y trasera, de los automóviles Fiat de los modelos 600, 125 y 128.

Suspensión delantera del modelo 600

Está representada en la figura 9-17. Esta suspensión, de ruedas independientes, está constituida por una ballesta armada colocada transversalmente y unida a la carrocería en dos puntos, con interposición de tacos elásticos y, a los montantes de punta de eje, por medio de casquillos elásticos "estendbloc".

La particular fijación de la ballesta confiere a ésta, en las sacudidas asimétricas de las ruedas, una acción estabilizadora, particularmente en las curvas. Los montantes están unidos mediante casquillos elásticos "estendbloc" a los brazos oscilantes superiores, los cuales, también mediante casquillos elásticos, oscilan sobre los ejes fijados a la carrocería.

La suspensión está constituida por amortiguadores hidráulicos telescópicos, unidos en su parte superior a la carrocería y en

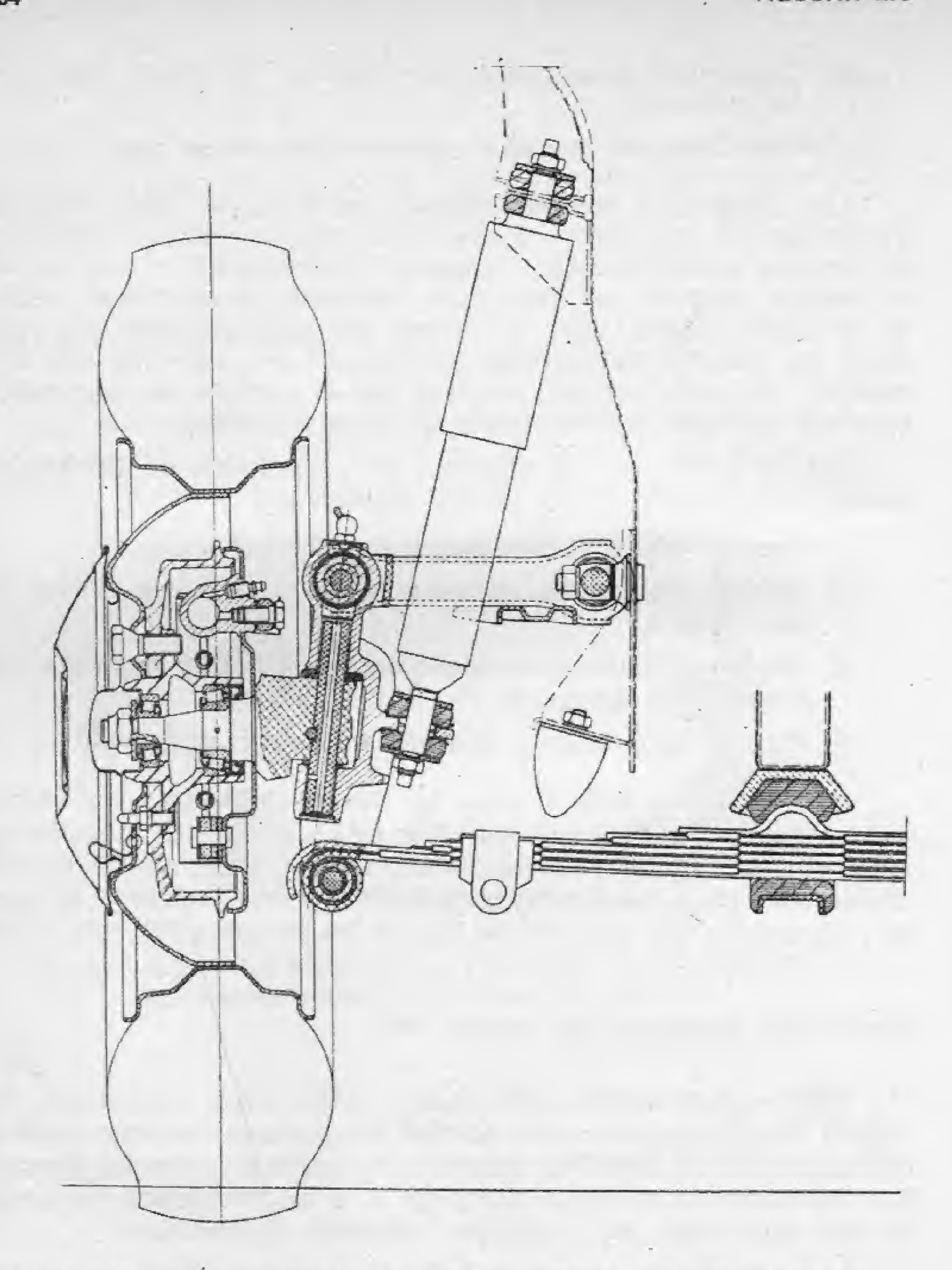


Fig. 9-17. Vista en sección del conjunto suspensión y rueda delantera izquierda de los modelos 600 E - 770 Coupé y 800 Coupé/Spider.

la inferior a los montantes. Dos tacos de goma, fijados a dos soportes, soldados a la carrocería, limitan las oscilaciones de la ballesta. Los detalles constructivos, bien visibles, revelan la alta técnica que caracteriza a los automóviles modernos.

Suspensión trasera del modelo 600

Ruedas independientes, con brazos oscilantes, resortes helicoidales y amortiguadores hidráulicos telescópicos de doble efecto (fig. 9-18).

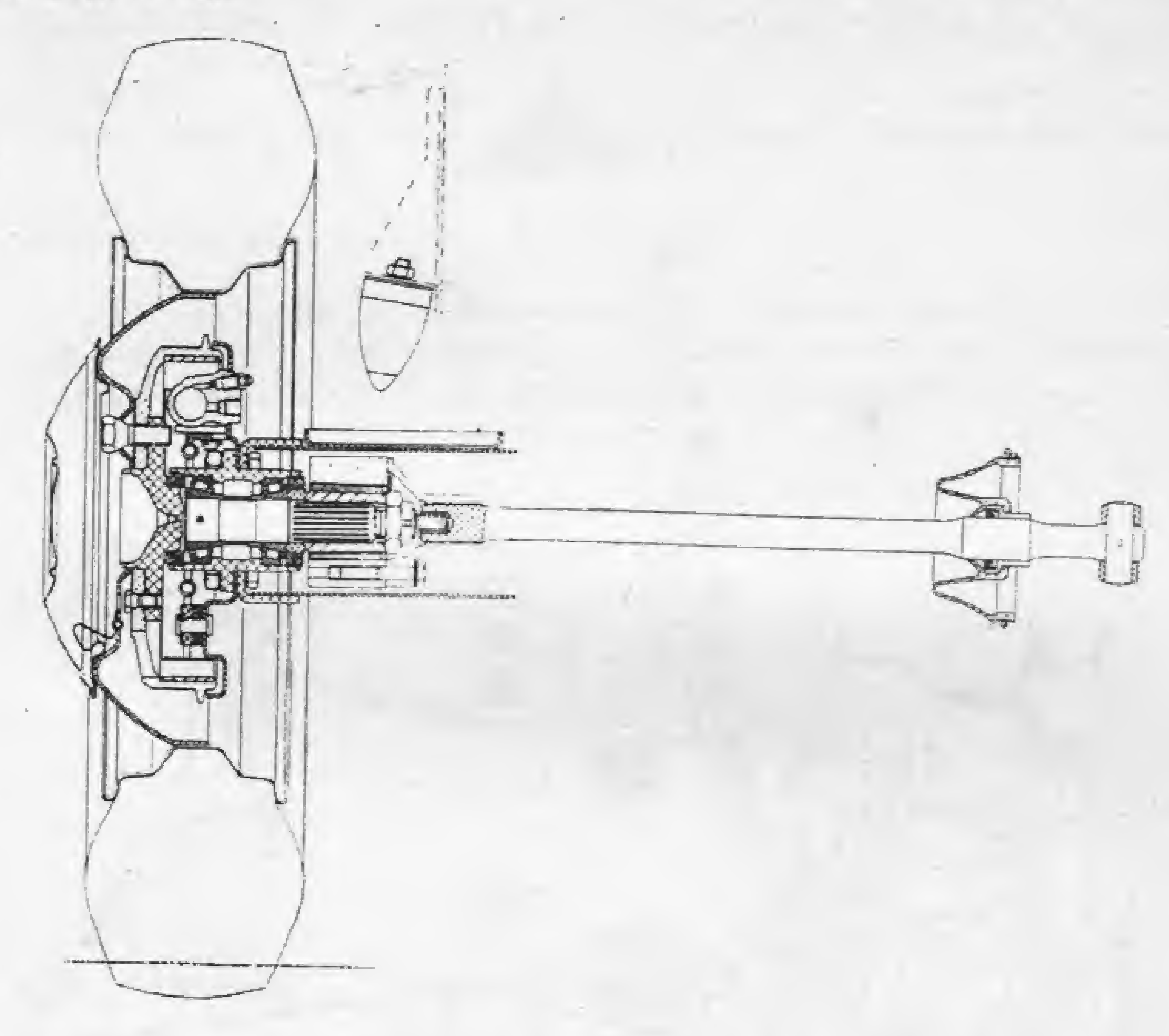


Fig. 9-18. Sección sobre el buje de la rueda trasera izquierda, tambor y cilindro de freno, semiejes, retén d aceite y perno para acoplamiento de patín de rueda.

Los brazos oscilantes están unidos al piso de la carrocería mediante casquillos elásticos del tipo "estendbloc". Los resortes helicoidales están provistos en sus extremidades de anillos elásticos de goma para el apoyo bajo el piso de la carrocería y sobre el brazo oscilante. Los amortiguadores hidráulicos son del mismo tipo que los montados en la suspensión delantera.

Al brazo oscilante están fijados, mediante tornillos y tuercas, el buje portarrulemanes para el eje de la rueda y el disco portafrenos. Sobre el eje de la rueda está fijado, en el exterior, el tambor freno mientras que en el interior está colocada la junta elástica acanalada para el acoplamiento del semieje.

Suspensión delantera del modelo 125

En la figura 9-19 está representado el sistema de suspensión de este coche. Las ruedas son independientes, con brazo oscilante y resorte helicoidal en cuyo interior está colocado el amortiguador hidráulico telescópico, la parte superior unida al chasis

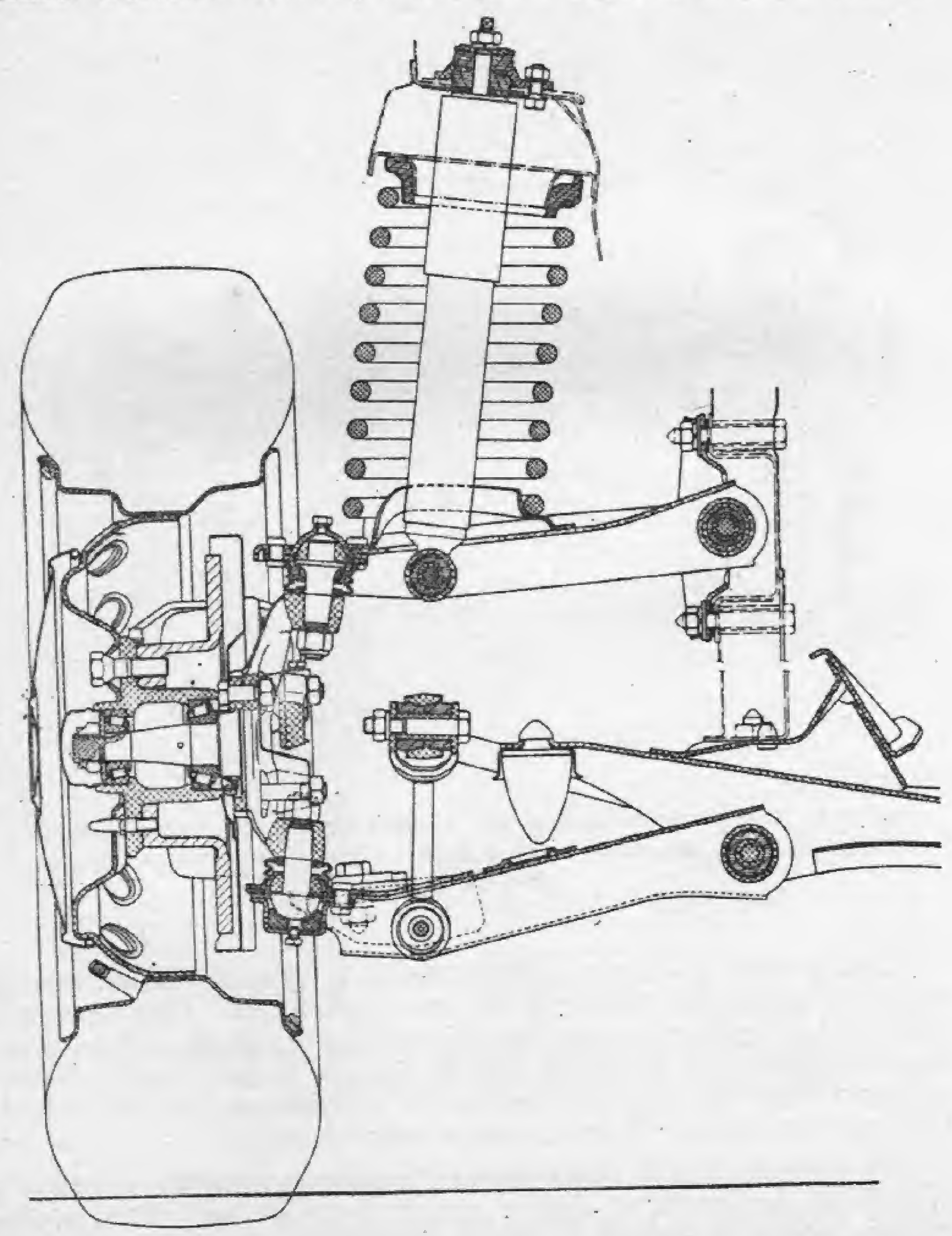


Fig. 9-19. Conjunto suspensión delantera del Fiat modelo 125. Sección sobre el grupo oscilante izquierdo.

y la inferior a la barra estabilizadora. La barra de reacción actúa en los brazos inferiores.

Suspensión trasera del modelo 125

Eje rígido. Suspensión con elástico longitudinal de dos hojas. Barras reactoras longitudinales con amortiguadores hidráulicos telescópicos de doble efecto. En la figura 9-20 se representan las partes importantes del sistema de suspensión de este eje trasero.

Suspensión delantera del modelo 128

Este sistema de suspensión se representa en la figura 9-21. Las ruedas son independientes, empleándose resortes helicoidales y barra estabilizadora que actúa como barra reactora.

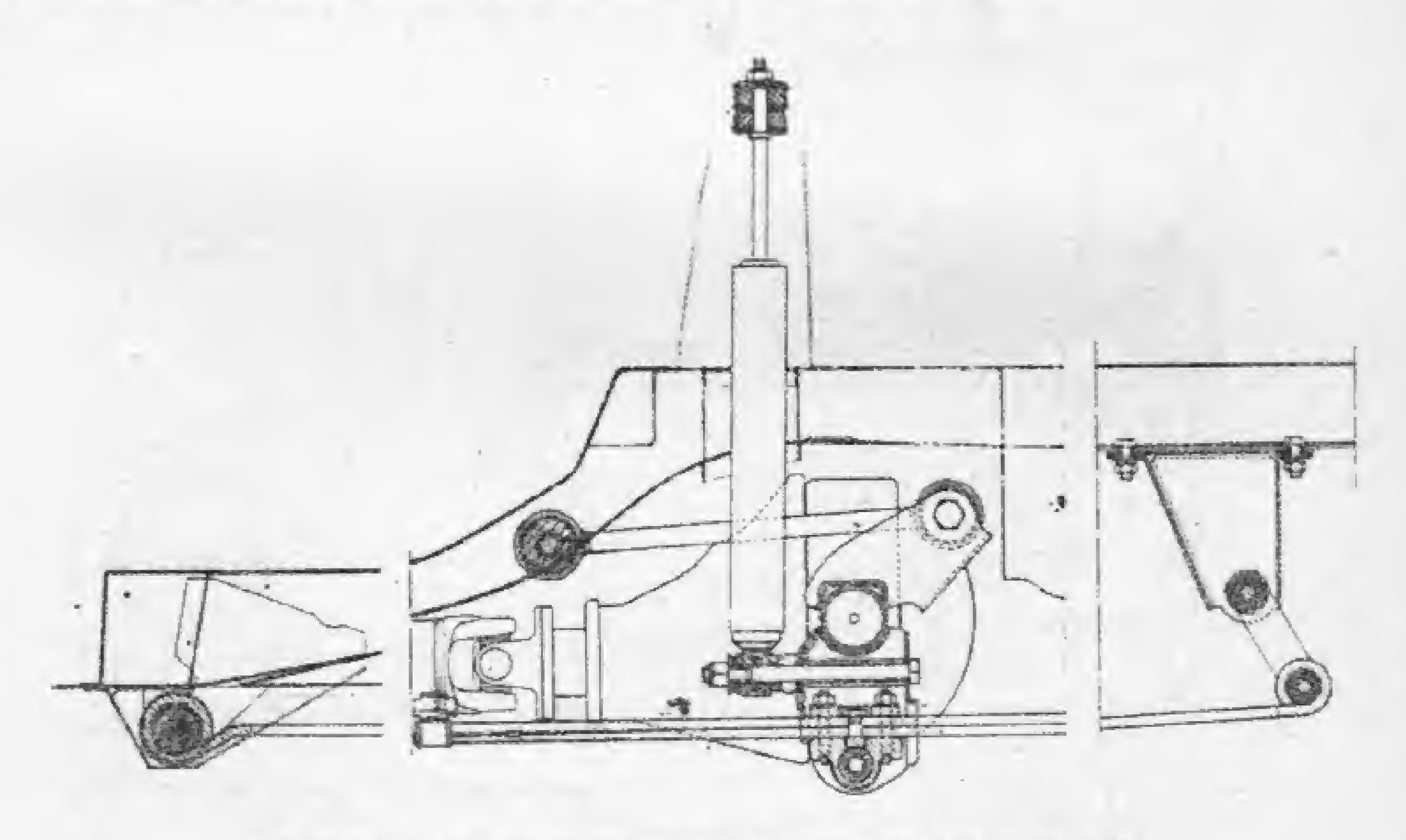


Fig. 9-20. Conjunto suspensión trasera del Fiat 125.

Se emplean amortiguadores hidráulicos del tipo telescópico, unidos en su parte inferior a los mazos de las ruedas. En la parte inferior están representados la barra estabilizadora y el brazo oscilante inferior.

Suspensión trasera del modelo 128

Este tipo de suspensión tiene ruedas independientes, con brazo soscilantes inferiores. Amortiguadores hidrálicos telescópicos unidos en su parte inferior a las masas de las ruedas.

La suspensión se efectúa por medio de una ballesta transversal de dos hojas, con tacos elásticos de limitación de carrera que

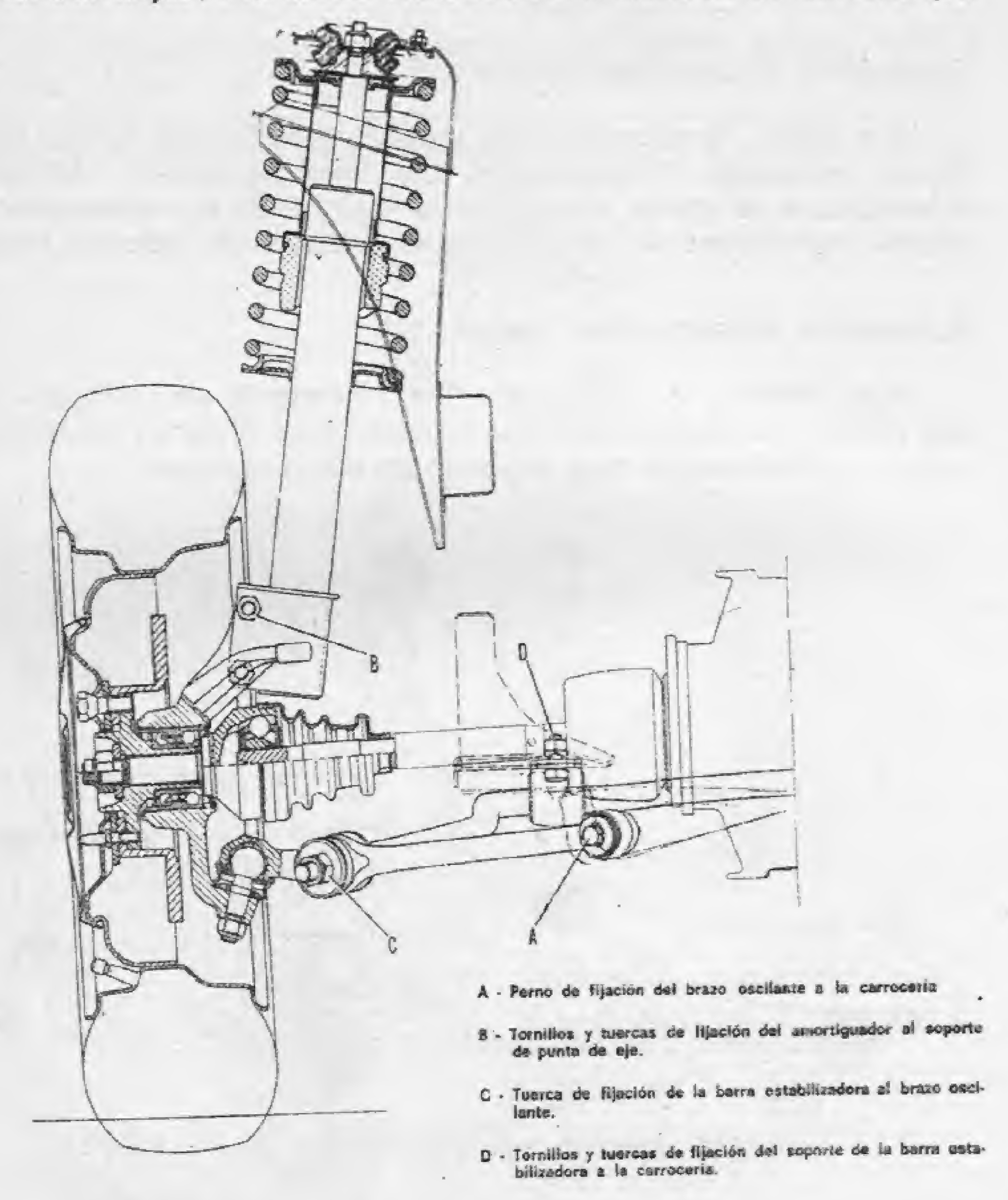


Fig. 9-21. Suspensión delantera del Fiat modelo 128.

actúan sobre los brazos oscilantes. La figura 9-22 representa este sistema de suspensión trasera.

Con los diversos sistemas de suspensión de las ruedas que hemos presentado, tanto de los ejes delanteros como de los traseros de coches modernos, se tiene una idea bien concreta de las soluciones adoptadas en los coches de fabricación más moderna.

AVERIAS Y CUIDADOS DE LA SUSPENSION

1. Los muelles de suspensión del coche se aplastan

El sistema de suspensión acostumbra tener muy pocas averías. Si se cuida el engrase de los puntos articulados, y de las ballestas (cuando se emplean) todo queda reducido a inspecciones periódicas para mantener el buen estado general. Las deficiencias de funcionamiento que pueden ocurrir se indican a continuación:

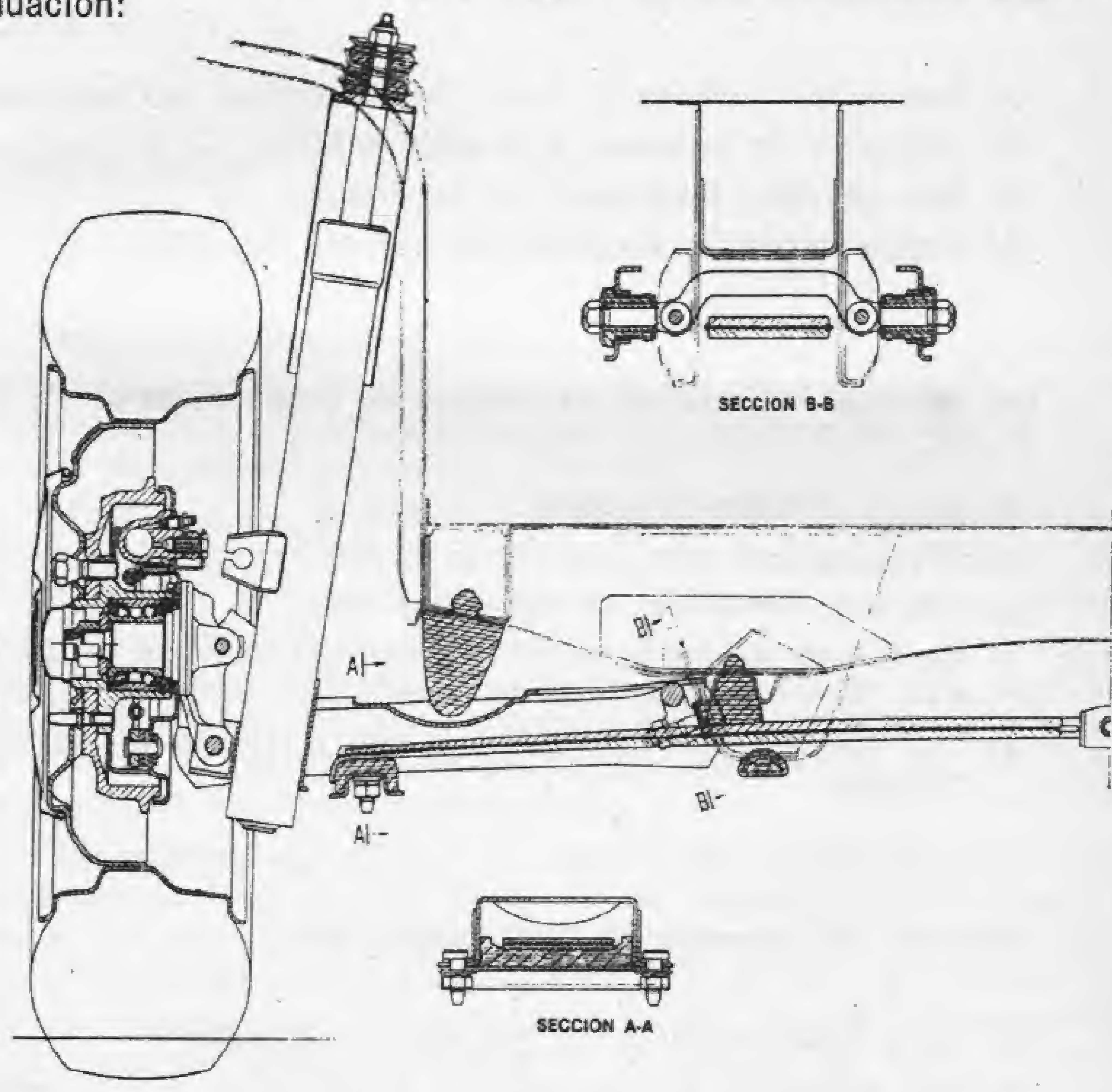


Fig. 9-22. Suspensión trasera del Fiat modelo 128. Las dos láminas transversales, siendo visibles los limitadores de flexión y demás detalles en las secciones A-A y B-B.

Causas que pueden producir esta avería

a) Exceso de carga, servicio demasiado pesado para ese coche.

b) Los amortiguadores no funcionan debidamente.
c) Se ha roto alguna ballesta, exceso de carga para las otras.
d) Los pernos en U, de union, están rotos, o flojos.
e) Extremos de ballesta mal cortados o punta levantada.
f) Mala lubricación de las superficies de las ballestas.

1. **Los muelles de ballesta hacen ruido**

a) Pernos en U flojos o rotos, desplazándose las ballestas.
b) Cubiertas de ballestas averiadas o flojas.
c) Amortiguador inadecuado o inutilizado.
d) Chasis torcido o soportes de ballesta doblados.

3. **Las ballestas, o muelles, se rompen en forma anormal**

a) Carga demasiado pesada.
b) Perno central roto, pernos en U flojos o rotos.
c) Perno de unión de las ballestas, flojo,
d) Gemela en 8 muy apretada a la ballesta maestra; rotura de esta hoja cerca del ojal de suspensión, o rotura del ojal.
e) Los amortiguadores funcionan mal o rotura de la hoja maestra.

4. **Ruido de las gemelas en 8 de suspensión**

a) Mala lubricación de los pernos de suspensión.
b) Los pasadores de las gemelas están flojos, o los pernos de sujeción en los soportes del chasis están mal colocados o flojos.
c) Los soportes de los muelles del chasis están torcidos

Capítulo X

PROPULSION

Para hacer avanzar un automóvil es necesario que las ruedas motrices apliquen un esfuerzo tangencial contra el suelo, de tal magnitud, que sea capaz de vencer las resistencias que se oponen a su avance.

Este esfuerzo, producido por el motor del coche, es transmitido a las ruedas motrices, que generalmente son traseras, mediante todo el sistema de transmisión compuesto de los siguientes elementos: el embrague, cambio de marchas, eje de transmisión (o árbol motriz), diferencial y los dos semiejes (paliers), aplicándose finalmente este esfuerzo en la superficie de contacto entre el suelo y la parte algo aplastada del neumático debido al peso que soporta del coche y de la carga.

El conjunto del sistema de transmisión se admite que tiene un rendimiento global del 80 %, lo cual significa que si el motor tiene una potencia de 100 caballos en el eje motriz (cigüeñal) aplica a las ruedas motrices una potencia de 80 CV: los otros 20 CV se han gastado con el rozamiento de los diversos mecanismos intermediarios antes enumerados.

Las fuerzas resistentes al avance de los automóviles pueden clasificarse en los cuatro grupos siguientes:

1. **Resistencia al rodaje.** Es producido por el contacto entre el neumático y el suelo: es de 15 a 20 gramos por cada kg de peso total, (peso del vehículo más la carga); expresado en toneladas, es de 0,015 a 0,020 kg por cada tonelada de peso total.

2. **Resistencia del aire.** Es proporcional al producto de la superficie que presenta el vehículo expuesta al avance por un coeficiente y por el cuadrado de la velocidad. Como promedio se acepta como coeficiente 0,007, considerándose la velocidad, V, en km/hora.

3. **Resistencia en las pendientes.** Es el esfuerzo que debe aplicarse para hacer subir el coche el número de metros (cada 100 m) que tiene la pendiente.

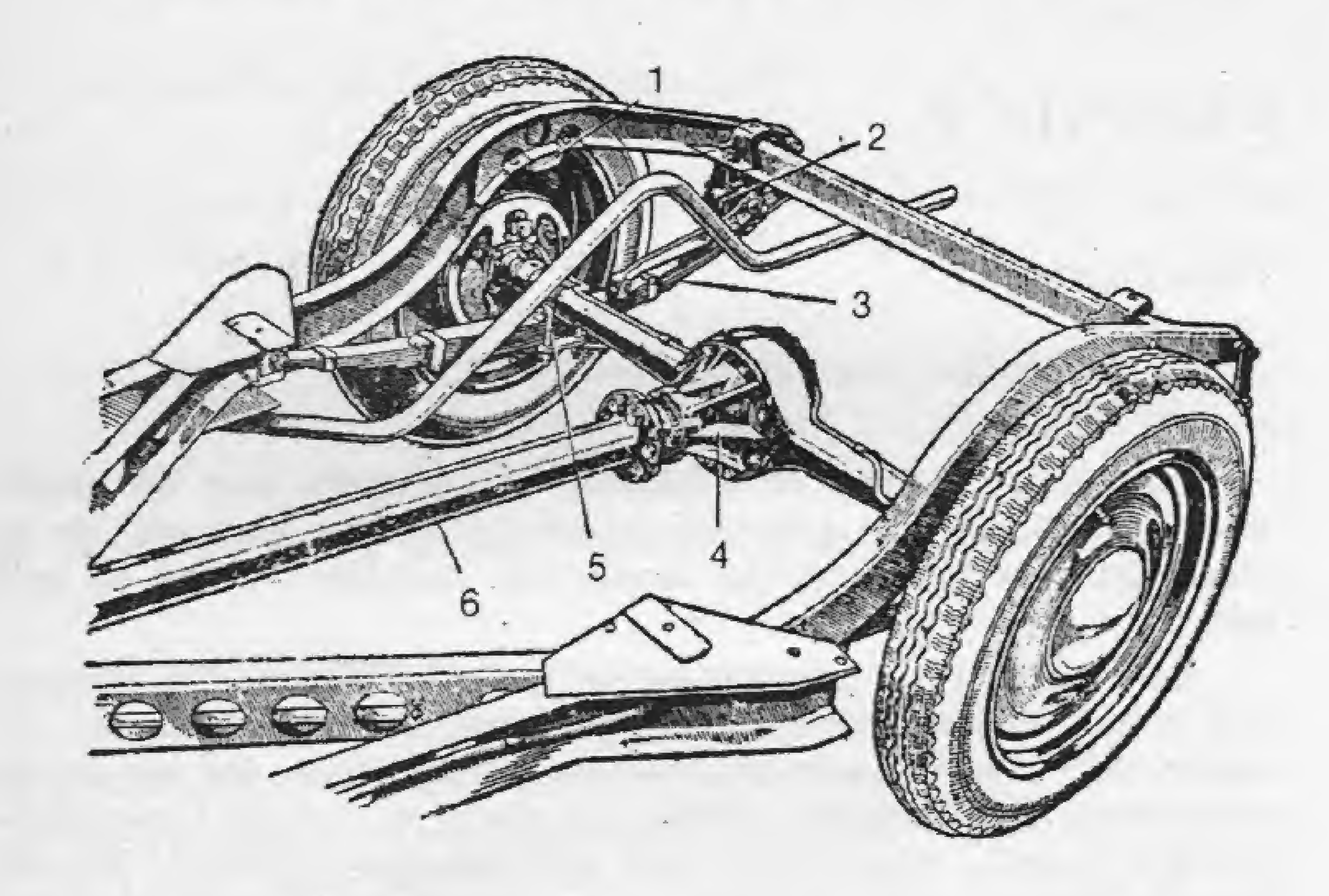


Fig. 10-1. Propulsión con ballestas. (1) Bloques paragolpes; (2) amortiguador hidráulico; (3) ballesta; (4) soporte del diferencial; (5) pasos del líquido para frenos; (6) árbol de transmisión.

4. **Resistencia a la aceleración.** Es la resistencia (inercia) que debe vencerse para aumentar la velocidad del coche un cierto número de metros por segundo, a cada segundo.

Sistemas de propulsión

El piñón cónico comunica la energía del motor a la corona del diferencial y, finalmente, los semiejes hacen girar las ruedas que impulsan el vehículo. Conviene observar que el esfuerzo tangen-

cial de los neumáticos toman al suelo como punto de apoyo, originándose diversas reacciones sucesivas, la primera de las cuales la ofrece el mismo suelo: el neumático se derrapa y el eje de la rueda recibe el impulso que debe transmitir al chasis. Por consiguiente podemos decir que el esfuerzo del motor se ha comunicado a las ruedas motrices a través de diversos mecanismos y que estas reacciones se han convertido en el esfuerzo total propulsor del vehículo.

Y bien, el problema que ahora se plantea es el siguiente: ¿Cómo comunicar la reacción de la energía propulsora del eje trasero al chasis? La solución no es muy fácil debido a que el armazón del vehículo, o chasis, está suspendido del eje trasero por medio de ballestas, o resortes cilíndricos, (que constituyen el sistema de suspensión) que, en resumen, es un acoplo elástico, deformable, el que hay entre el eje trasero y el chasis y, nada más y nada menos que el esfuerzo principal, el verdaderamente útil (impulsión del coche) tiene que transmitirse por medios tan precarios a las ruedas motrices.

Para solucionar este importante problema, según sea el sistema de suspensión del coche, se utilizan dispositivos adicionales cuya finalidad es comunicar al chasis el esfuerzo propulsor del eje trasero. sin que se alteren las buenas cualidades de la suspensión. Estos distintos procedimientos vamos a considerarlos a continuación.

1. Propulsión con las ballestas

Este sistema de propulsión consiste (fig. 10-1) en que las ballestas, fijadas sólidamente por su punto medio al eje trasero, tienen la hoja maestra unida a la parte posterior del chasis por medio de una gemela (para permitir la distensión de las ballestas) y la parte delantera al chasis por medio de un pivote que sirve de punto de apoyo a la vez que de eje oscilatorio.

Por consiguiente, con este sistema, todo el mecanismo del eje trasero se desplaza angularmente alrededor del pivote, moviéndose verticalmente el eje por las irregularidades del camino: la gemela sólo sirve para sostener el extremo del chasis con la parte posterior de la ballesta maestra, transmitiéndose todo el esfuerzo propulsor por el otro extremo de esta ballesta, mediante el pivote, fijado al chasis. O sea que, la ballesta maestra, es la que transmite el esfuerzo de propulsión a la vez que sirve de suspensión.

2. Propulsión por el puente trasero

En este sistema propulsor la caja del diferencial está unida con la del cambio de marchas por medio de un tubo cónico de unos 25 cm de diámetro en la base y unos 10 cm en la parte de

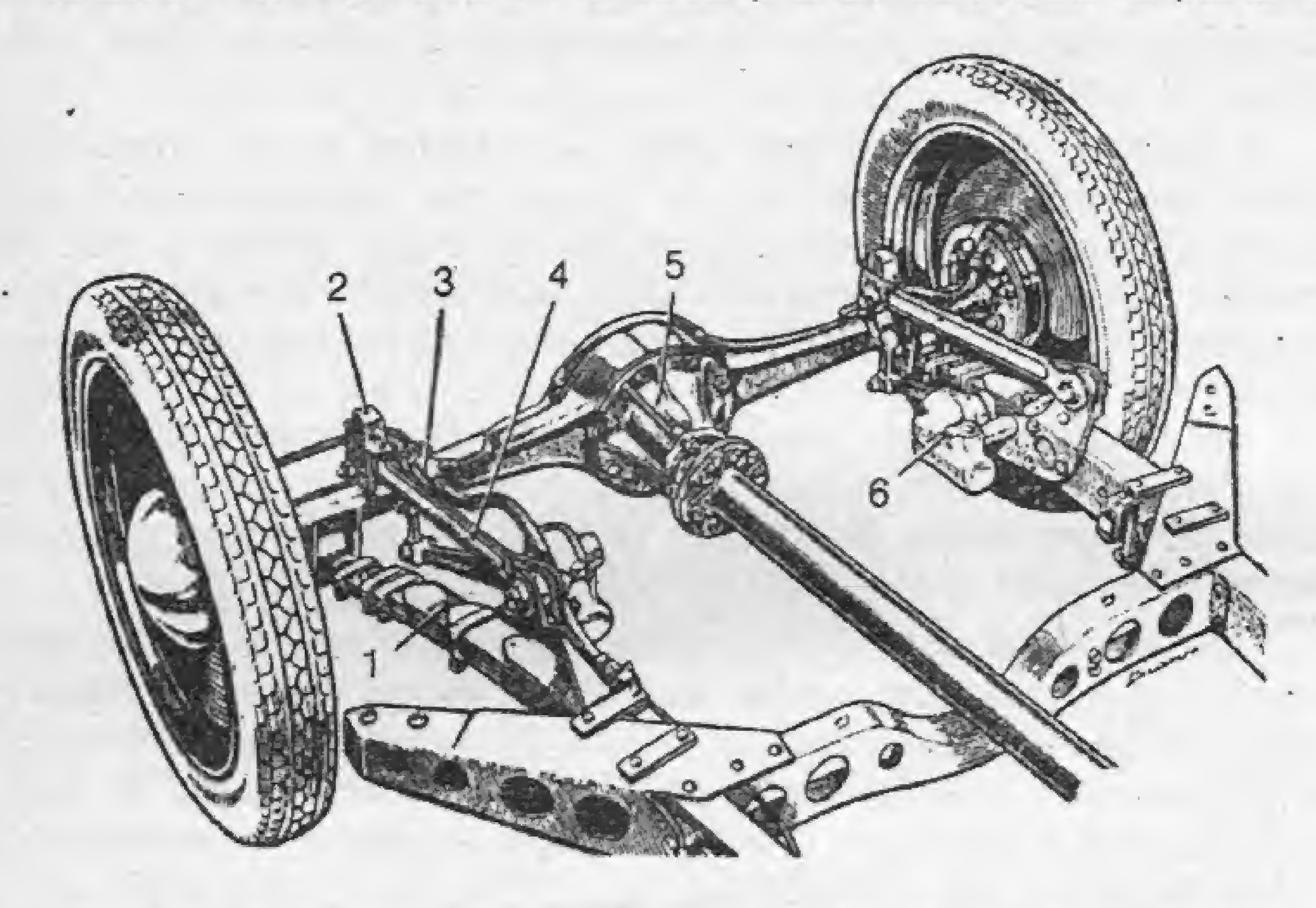


Fig. 10-2. Propulsión por biela de empuje. (1) Muelle de media ballesta; (2) bloques paragolpes; (3) salida del líquido para frenos; (4) biela de reacción y empuje; (5) caja del diferencial; (6) amortiguador hidráulico.

unión con la caja del cambio de marchas. Por su interior pasa el árbol de transmisión que puede desplazarse libremente sin tocar sus paredes.

Las ballestas cumplen la única misión de sostener la parte trasera del chasis por cuyo motivo tienen gemelas de unión los los dos extremos de la ballesta maestra. La parte media del conjunto de ballestas no está fijo al eje trasero en forma rígida como en el caso anterior sino que pueden desplazarse angularmente por medio de unas bridas y abrazaderas.

En resumen, con este sistema de propulsión la parte posterior del chasis descansa sobre el eje trasero por medio de las ballestas, aunque ellas no intervienen para propulsar el vehículo. Por esto están articuladas en sus dos extremos mediante gemelas con lo cual tienen completa libertad sus movimientos de distensión. El efecto propulsor se efectúa por medio del tubo

central que une la caja del cambio de marcha con la del diferencial, formándose así un conjunto rígido con todo el eje trasero, consiguiéndose, con esta disposición, que el impulso de las ruedas traseras sea comunicado a todo el bloque motriz, que está firmemente fijado al chasis.

3. Propulsión por bielas de empuje

La suspensión se efectúa por medio de ballestas articuladas, para que puedan desplazarse libremente debido a que no realizan ningún efecto de propulsión del vehículo sino sólo el de su suspensión. La figura 10-2 representa este sistema de propulsión, viéndose en (4) las bielas de empuje, que están fijadas por uno de sus extremos al puente trasero y por el otro extremo al chasis mediante un soporte articulado gracias a lo cual puede seguir los movimientos oscilantes de la suspensión; estas oscilaciones son pronto amortiguadas por la acción de los amortiguadores (6). La utilización de medias ballestas (1) permite obtener un conjunto más reducido de todo el sistema de suspensión y propulsión.

4. Propulsión con barras en V

En los casos que la suspensión se efectúa con resortes cilíndricos, barras de torsión, o ballestas transversales, entonces es necesario transmitir el esfuerzo de propulsión del eje trasero al chasis por medio de barras, o viguetas de sección en U o I. Generalmente estas viguetas vienen a reunirse en el medio de un travesaño del chasis, colocado cerca de la caja del cambio de marchas. Una solución semejante la emplean también los coches que tienen la suspensión independiente en las ruedas traseras.

Advertencia importante

Considero oportuno señalar que los sistemas de suspensión y de propulsión tienen una vinculación tan grande entre sí que hasta tienen órganos que sirven, simultáneamente, para ambos sistemas. Debido a esta circunstancia, estos dos capítulos deben aprenderse de tal manera que se relacionen sus estudios entre sí para que, de esta forma, se pueda tener una idea completa de su relación mutua. Por este motivo no he mencionado ahora, al tratar la propulsión, ciertos órganos que ya expliqué en la suspensión.

Capítulo XI

DIRECCION Y PUENTE DELANTERO

DIRECCION

Los vehículos automotores se guían orientando las dos ruedas delanteras según sea la dirección en que se desea conducir el coche. Esto se consigue mediante un volante que con un mecanismo adecuado oriente las dos ruedas simultáneamente.

Una buena dirección tiene que reunir, en todo lo posible, las condiciones siguientes:

1. **Retorno.** Se considera que una dirección tiene un buen retorno cuando el coche retoma por sí mismo y rápidamente, la línea recta, es decir, sin actuar el volante, después que el coche haya realizado una trayectoria curvilínea.

2. **Docilidad.** La conducción debe ser suave y que se maneje el volante sin esfuerzo apreciable en los siguientes casos:

   a) conducción normal; b) maniobras de estacionamiento;

   c) maniobras rápidas e imprevistas.

   Con un pequeño esfuerzo en el volante debe obtenerse el giro necesario de las ruedas. Debe haber una relación bien determinada entre el ángulo de desplazamiento del volante y el giro de las ruedas, lo cual aprende bien pronto el conductor.

3. **Precisión.** Es la cualidad de una dirección que permite al vehículo conservar la trayectoria que el conductor quiere que siga. En diversas clases de coches, con el fin de aminorar la reacción contra el volante, lo cual representa

una molestia permanente para el conductor, se adopta una demultiplicación adecuada al tipo de vehículo con lo que se suaviza el manejo del coche.

4. **Estabilidad.** Es la condición de equilibrio que mantiene al vehículo desplazándose en línea recta sin que el conductor tenga que actuar con el volante para corregirle algún desplazamiento lateral.

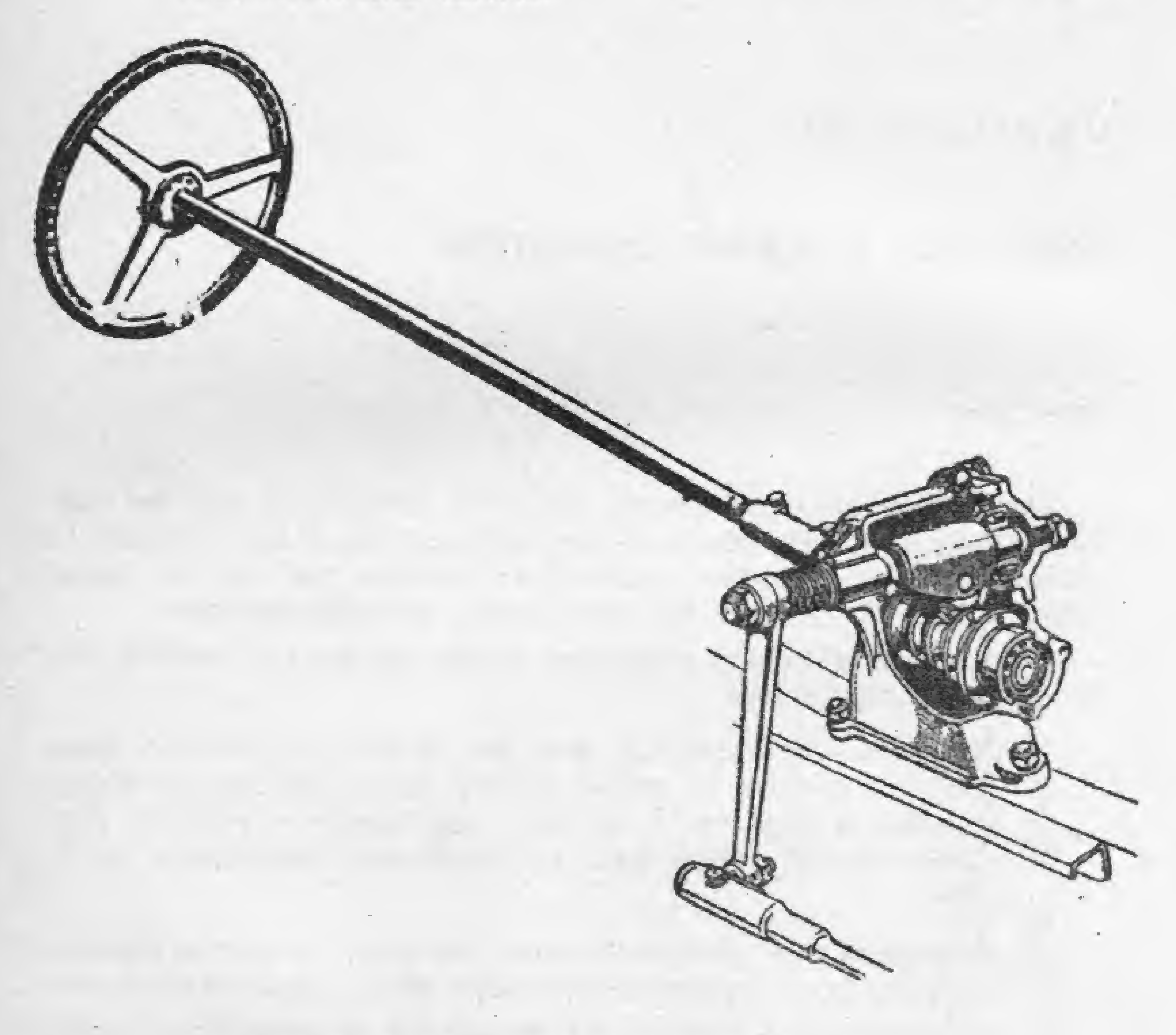


Fig. 11-1. Conjunto del mecanismo de dirección.

5. **Seguridad.** Es indispensable que el mecanismo de la dirección realice exactamente la trayectoria que desea el conductor, sin ninguna falla, puesto que la dirección tiene que responder siempre con toda seguridad.

No siempre es posible obtener todas estas buenas cualidades aunque los fabricantes de automóviles procuran que las reúnan lo más que se pueda.

El conjunto de la dirección de un automóvil se representa con un ejemplo muy claro y sencillo en la figura 11-1. Observando esta figura vemos que se compone de las partes siguientes:

a) **Un volante,** circular, con varios brazos radiales que se unen formando un núcleo central.

b) **El árbol de dirección,** formado por un tubo de acero, en cuyo extremo superior se fija el volante mencionado y en el extremo inferior un tornillo sinfín.

c) **Un sector circular,** con dientes que engranan con el sinfín, haciéndolo desplazar angularmente cuando se hace girar el volante y, por consiguiente, el árbol de dirección.

d) **Un eje** que comunica el movimiento circular del sinfín a una palanca en cuyo extremo hay una barra que comunica este movimiento lineal al dispositivo que tiene una de las ruedas delanteras, orientándola, según sea la acción del conductor en el volante.

e) La rueda orientada comunica a la otra rueda el mismo desplazamiento mediante una barra (que une el mecanismo orientador de ambas ruedas) que hace desplazar angularmente la otra rueda en igual forma, de donde resulta la orientación del coche. En la figura 11-2, que complementa la figura anterior, puede verse claramente la barra que transmite el movimiento angular producido por el sinfín al mecanismo orientador de la rueda; además, vemos la barra que une los dos mecanismos orientadores, de ambas ruedas.

La descripción anterior tiene por objeto ilustrar, en forma clara y sencilla, el fundamento del sistema de dirección utilizando un vis sinfín y un sector dentado. Este procedimiento, si bien es cierto que tiene el inconveniente de necesitar un mecanismo algo complicado de palancas, rótulas, barras, etc., tiene la ventaja de producir una dirección suave y segura.

Basándose en el mismo principio de funcionamiento existen otros sistemas de dirección que mencionamos a continuación:

1. *Tornillo sinfín y rodillo.* Casi ya no se usa debido a que la superficie de contacto entre el sinfín y el rodillo no se puede efectuar grandes esfuerzos entre ambos. Sólo se utiliza en coches muy pequeños.

2. *Tornillo sinfín y sector.* Es el que hemos descrito en la figura 11-1. Tiene la ventaja de que es muy suave y pueda transferir grandes esfuerzos entre el volante y los mecanismos de dirección de las ruedas. Es el más utilizado en

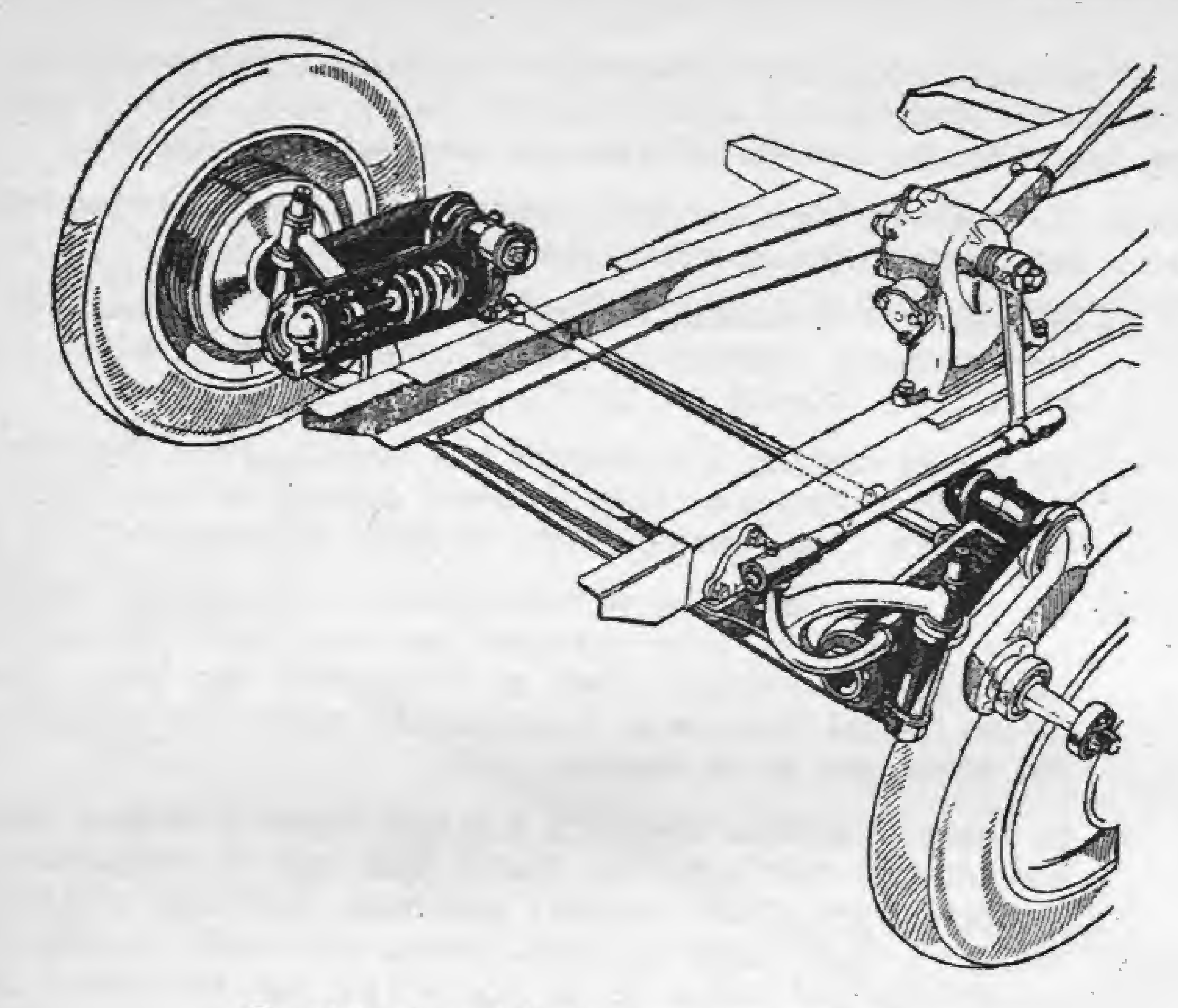


Fig. 11-2. Tren delantero con ruedas libres.

coches y en vehículos pesados no obstante ser algo complicado.

3. *Tornillo sinfín y tuerca con bolillas recirculantes.* El contacto entre el sinfín y la tuerca se realiza por medio de bolillas, las cuales, a su vez, transmiten el movimiento a un sector. Con este sistema se aumenta mucho la suavidad del manejo de la conducción que se obtiene con el descrito en el sistema de conducción con el tornillo sinfín y sector.

Dirección a piñón y cremallera

Este sistema es muy sencillo y proporciona un excelente guiado de las ruedas. Por su misma construcción proporciona una gran estabilidad cuando el vehículo se desplaza en línea recta.

Consiste en un piñón colocado en el extremo inferior del árbol de dirección de tal forma que engrana con una cremallera colocada horizontalmente. En cuanto el volante gira un ángulo

determinado, el piñón también gira desplazando la cremallera hacia la derecha o la izquierda según sea el sentido en que se haga girar el volante. Las ruedas se orientarán hacia la derecha, o hacia la izquierda, debido a que los dos extremos de la cremallera están unidos a los dispositivos que mandan la orientación de las ruedas. La figura 11-3 representa este sistema y su adopción en un coche Renault (fig. 11-4).

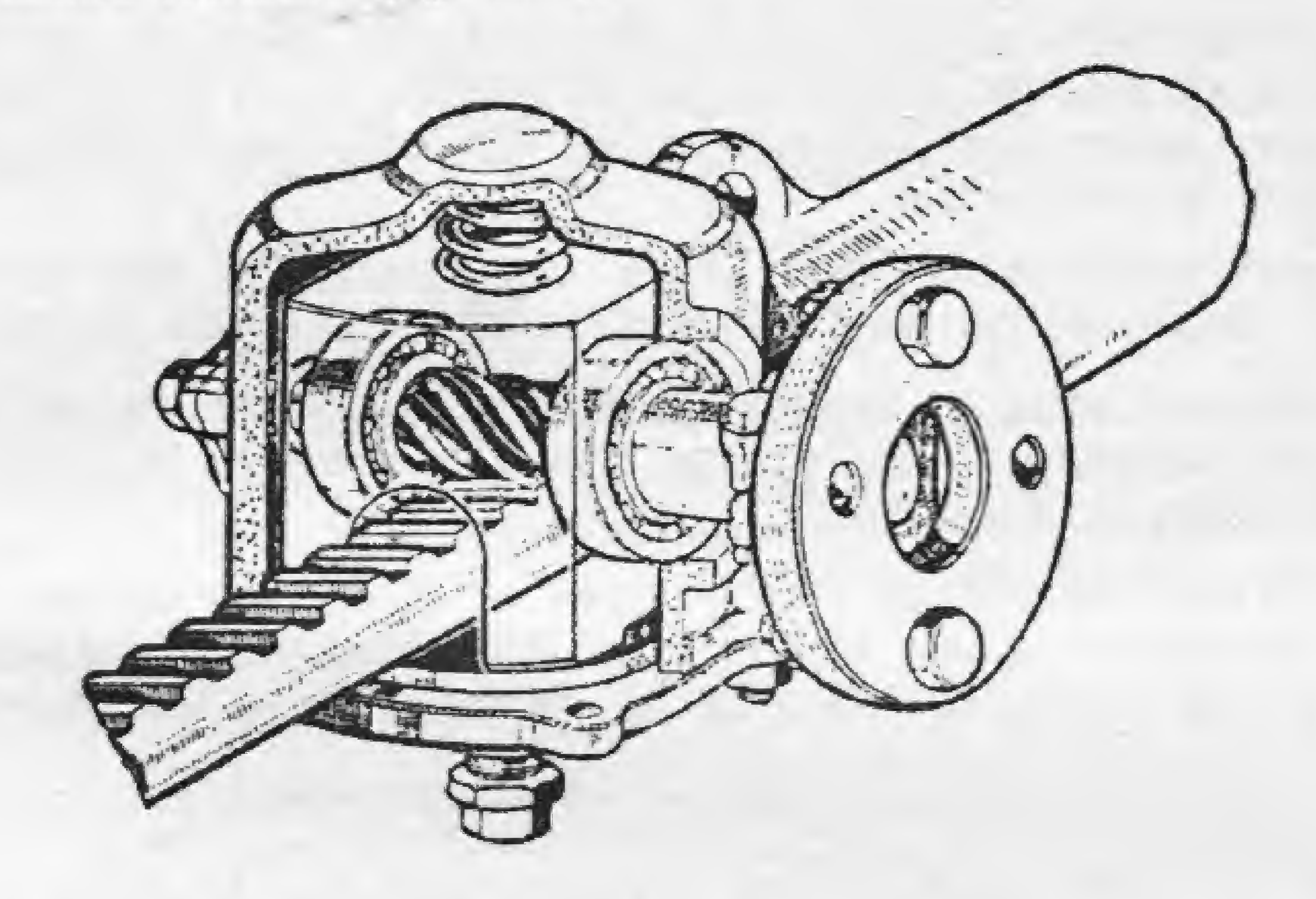


Fig. 11-3. Detalle del mecanismo del piñón vis sinfín que hace desplazar la cremallera hacia la derecha o la izquierda en cuyos dos extremos están los mandos de orientación de las ruedas.

Este sistema proporciona una dirección suave con muy poco esfuerzo del conductor, necesitándose un reducido número de elementos adicionales como ser rótulas y varillas para su conexión con las ruedas.

Servodirección o dirección de potencia asistida

Tiene por objeto este sistema de dirección ayudar (asistir) al conductor para que las maniobras que realiza con el volante las haga con menos esfuerzo. Esto se consigue por medio de un mecanismo adicional que actúa automáticamente, lo que se denomina servomecanismo.

Este servomecanismo, que funciona con aceite a presión, es accionado por una bomba movida por el eje motriz (cigüeñal) mediante una correa.

Ahora bien, como que la fuerza que acciona el servomecanismo es proporcionada por la presión del aceite, què dentro de ciertos límites puede tener el valor que queramos, si esta fuerza la aplicamos para que ayude los movimientos de las maniobras que el conductor quiere realizar con el volante, es evidente que el dispositivo puede regularse para que el esfuerzo del conductor sea tan pequeño como queramos.

Se comprende la importancia que tiene la adopción de este dispositivo en los vehículos en que el manejo de la dirección requiere, para hacer virar las ruedas, un esfuerzo tan considerable que fatigue al conductor.

El servomecanismo puede estar constituido de dos formas distintas, según donde esté colocado.

a) Una de ellas es cuando está interpuesto en el varillaje de comando de las ruedas. Se encuentra en los coches modelo Ambassador.

b) La otra versión de este dispositivo es cuando se halla integrado en la caja de dirección. Esta disposición se adopta en los coches modelo Torino, también de la IKA Renault.

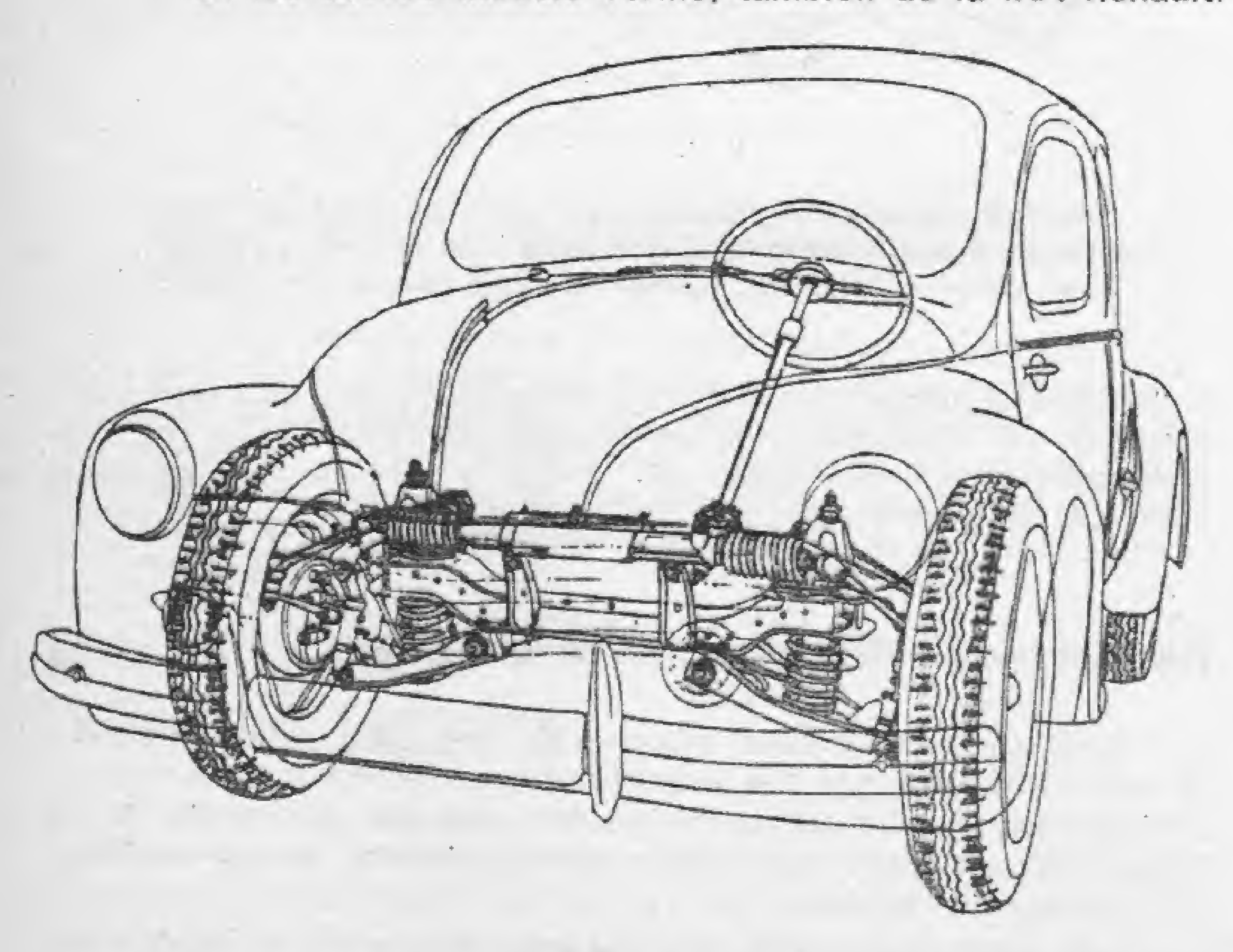


Fig. 11-4. Tren delantero con el sistema de dirección a cremallera representado en la figura anterior.

Las ventajas que proporcionan los sistemas servoasistidos pueden resumirse en los casos siguientes:

Tránsito por la ciudad

Por ser mucho menor el esfuerzo requerido para conducir, debido a su suavidad y excepcional docilidad, que además, se suma una relación equilibrada entre el movimiento del volante y el giro de las ruedas, hace que la dirección de potencia, o servoasistida, sea ideal para conducir en lugares de tránsito intenso.

Maniobras de estacionamiento

Siendo sólo algo superior el esfuerzo que hay que hacer en el volante cuando se realizan maniobras de estacionamiento que cuando se conduce en condiciones normales, es evidente que con la dirección de potencia estas maniobras se realizan sin ningún esfuerzo por el conductor.

Tránsito por malos caminos

Las irregularidades (baches, ondulaciones, etc.) no se transmiten al volante por ser absorbidas por el sistema hidráulico y, por consiguiente, el conductor no percibe ninguna molestia en el volante.

Columnas de dirección de seguridad

Su finalidad es evitar al conductor que sufra heridas si el vehículo tiene un choque frontal. En tales casos el volante de dirección se incrusta en el pecho del conductor produciendo efectos muy graves. Entre los numerosos sistemas utilizados merecen citarse los siguientes.

Columna de dirección fraccionada

El árbol de dirección, que es el que comunica los movimientos del volante a la caja de dirección, en vez de estar construido de una sola pieza, está fraccionado en varios trozos, unidos por medio de juntas de Cardán (fig. 11-5), gracias a lo cual, si se produce un impacto frontal del coche, el árbol de dirección se pliega y así se evita que el volante se clave en el pecho del conductor.

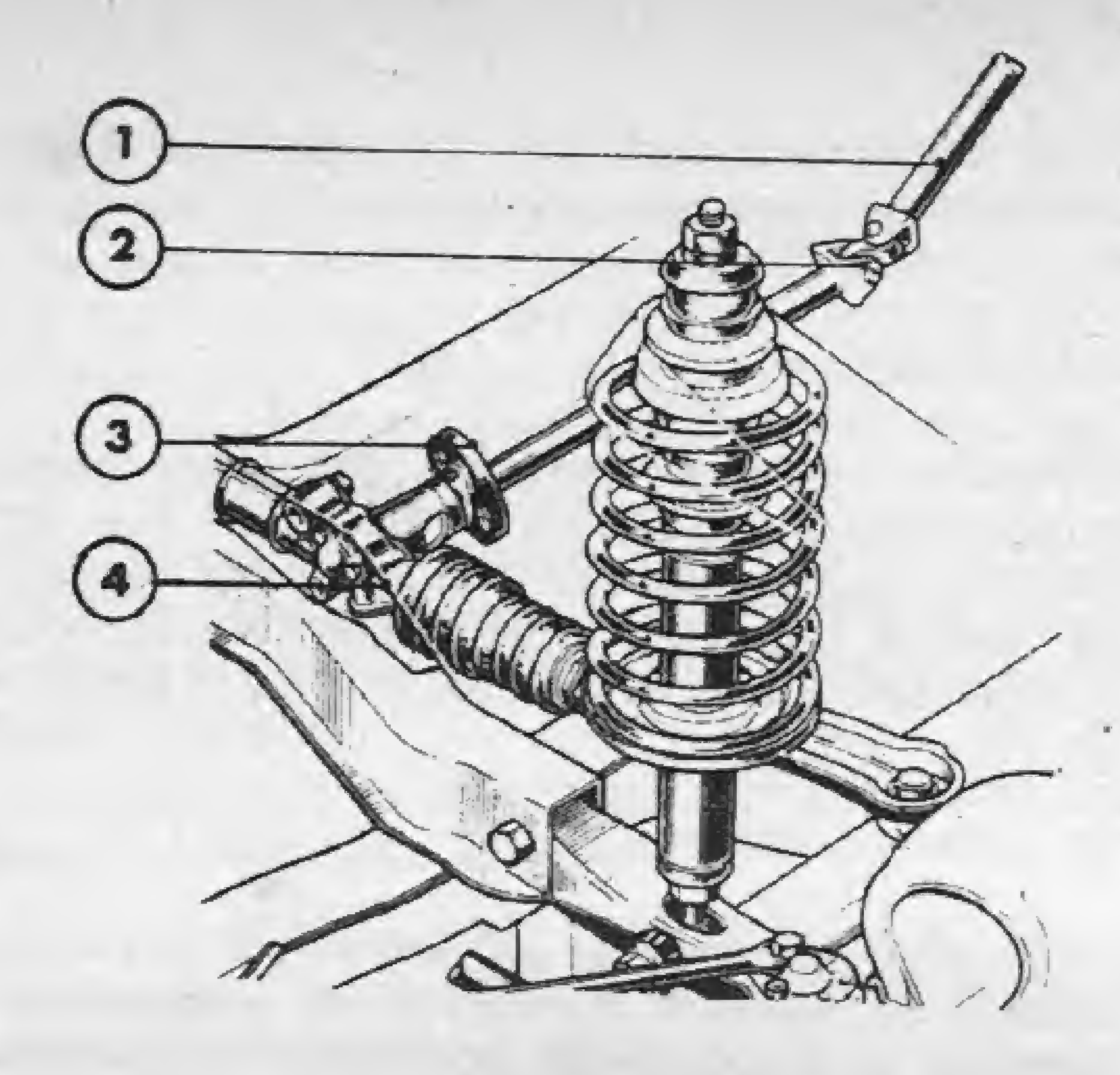


Fig. 11-5. El árbol de dirección (1) está fraccionado en varias partes unidas por juntas cardánicas (2), el plato de conexión (3) y el mecanismo de acoplo al árbol transversal de mando de las dos ruedas (4).

olumna de dirección telescópica

En este sistema parte del árbol de dirección está formado por una malla metálica que puede absorber deformaciones lineales (fig. 11-6) de cierta magnitud, o sea que, en condiciones nor-



Fig. 11-6. Arbol de dirección, parte del cual puede replegarse en forma telescópica, reduciendo su longitud en caso de choque frontal del coche.

males, el árbol de dirección se comporta como si fuese una sola pieza, pero, si se sobrepasa determinado valor, entonces se pliega hacia abajo evitándose que sufra el conductor.

Puente delantero

El conjunto del puente delantero tiene por objeto sostener y dirigir las dos ruedas delanteras con todo el sistema articulado de la dirección que comprende: las ballestas o resortes cilíndricos y los amortiguadores.

Anteriormente, en la figura 11-2 ya hemos representado un tren delantero con las ruedas libres juntamente con todo el mecanismo de la dirección. En esta figura vemos, en primer término una vigueta con sección en forma de I llamada árbol delantero el cual termina en sus dos extremos en una forma de horquilla que sostienen, articuladamente, los manguitos o ejes sobre los cuales giran libremente las ruedas delanteras. Detrás de la vigueta se ve la barra que comunica a la rueda de la izquierda los movimientos que recibe del vis sinfín accionado por el volante de dirección que orienta sólo la rueda de la izquierda del coche.

Alineación del tren delantero

La estabilidad de la dirección y la facilidad con que el vehículo vuelve a tomar la línea recta cuando sale de una curva dependen del ajuste, o lo que se denomina alineación del tren delantero, que consiste en dar a las ruedas determinados ángulos, que ya vienen ajustados de fábrica, pero, que es necesario volverlos a ajustar en el caso de que el coche haya sufrido un choque o bien, por el kilometraje que haya recorrido. Estos ángulos, que vienen determinados por el fabricante del coche, tienen una influencia muy grande tanto en la duración de los neumáticos, para que su desgaste sea regular, como en la estabilidad de la marcha del vehículo.

Convergencia y divergencia

Para que se cumpla la doble condición de estabilidad y que se mantenga en línea recta cuando el coche está en marcha, las ruedas no deben de estar rigurosamente paralelas entre sí cuando el vehículo está parado.

Convergencia y divergencia

Para que se cumpla la doble condición de estabilidad y además que el coche se desplace en línea recta, es necesario,

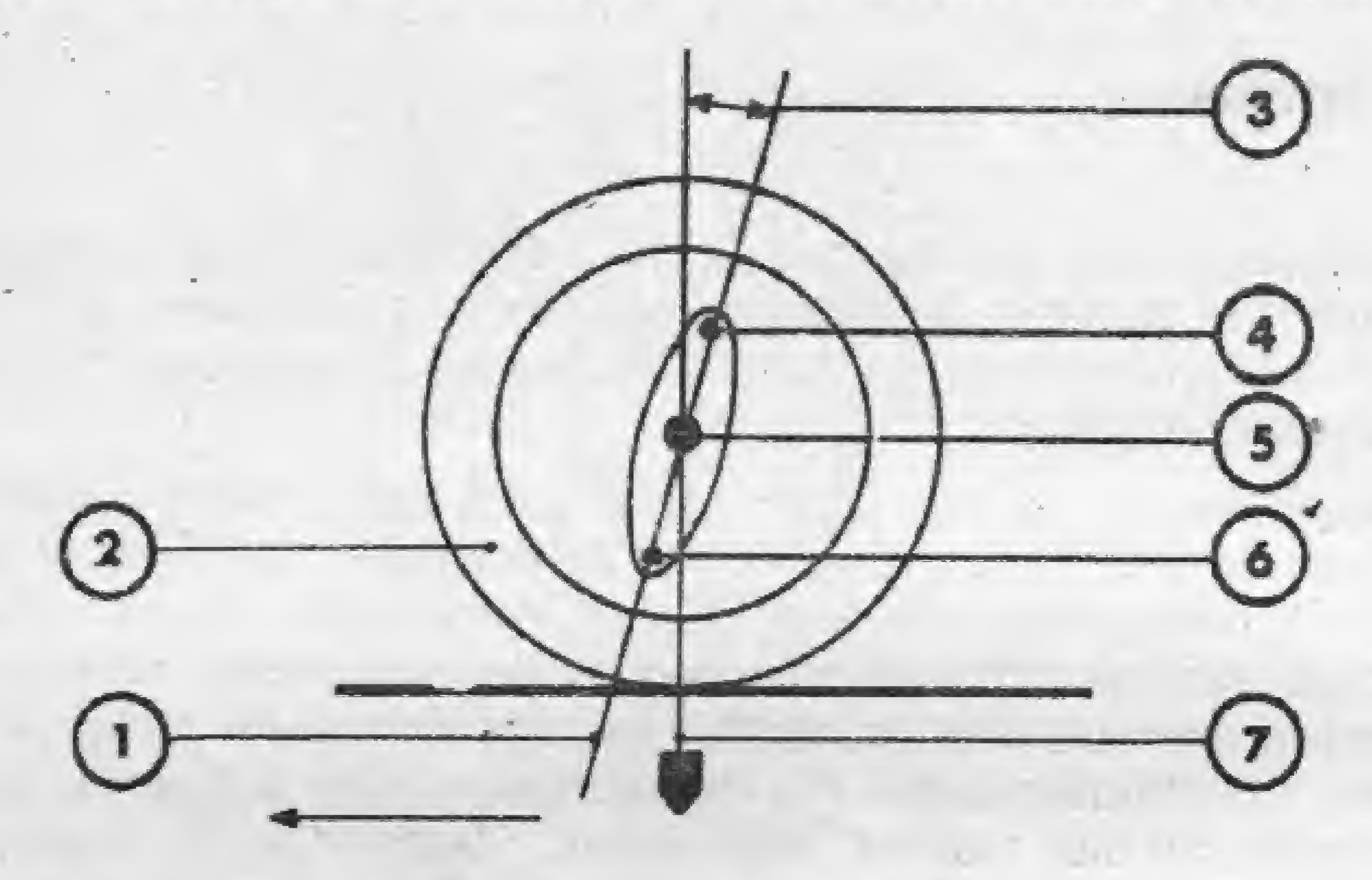


Fig. 11-7. Angulo de avance de la rueda delantera. (1) Eje de giro; (2) rueda; (3) ángulo de avance; (4) eje superior; (5) punta de eje; (6) eje inferior; (7) vertical.

cuando está parado, que las ruedas delanteras formen un pequeño ángulo entre sí.

a) El ángulo es divergente si la propulsión es delantera.

b) Es convergente en los coches de propulsión trasera.

Estos pequeños ángulos contrarrestan las reacciones del suelo contra los neumáticos permitiendo que el coche no sufra desviaciones en la dirección.

Asimismo se ha comprobado que es necesario tener en cuenta otros dos ángulos de las ruedas delanteras, los cuales se enumeran y especifican a continuación:

Angulo de avance

Está representado en la figura 11-7 estando formado por el eje del perno de punta de eje de la rueda y la vertical. La finalidad del ángulo de avance es que teniendo las ruedas delanteras un ángulo de ataque ligeramente avanzado, el mando de la dirección tiene mayor seguridad.

Angulo del eje de las ruedas, comba

Está formado por la inclinación del plano de las ruedas con la vertical (fig. 11-8). Los efectos que produce esta inclinación es que las ruedas se adaptan mejor a la curvatura de los caminos, descansando normalmente sobre el pavimento y, además, facilite a que las ruedas, al girar, se acerquen entre sí, cerrando, diríamos, el tren delantero. Este ángulo acostumbra a ser muy pequeño, de unos 2 grados, de forma que casi es imperceptible si miramos las ruedas desde arriba.

En resumen, el conjunto de mecanismos de las ruedas delanteras tiene varias orientaciones posibles con respecto de la

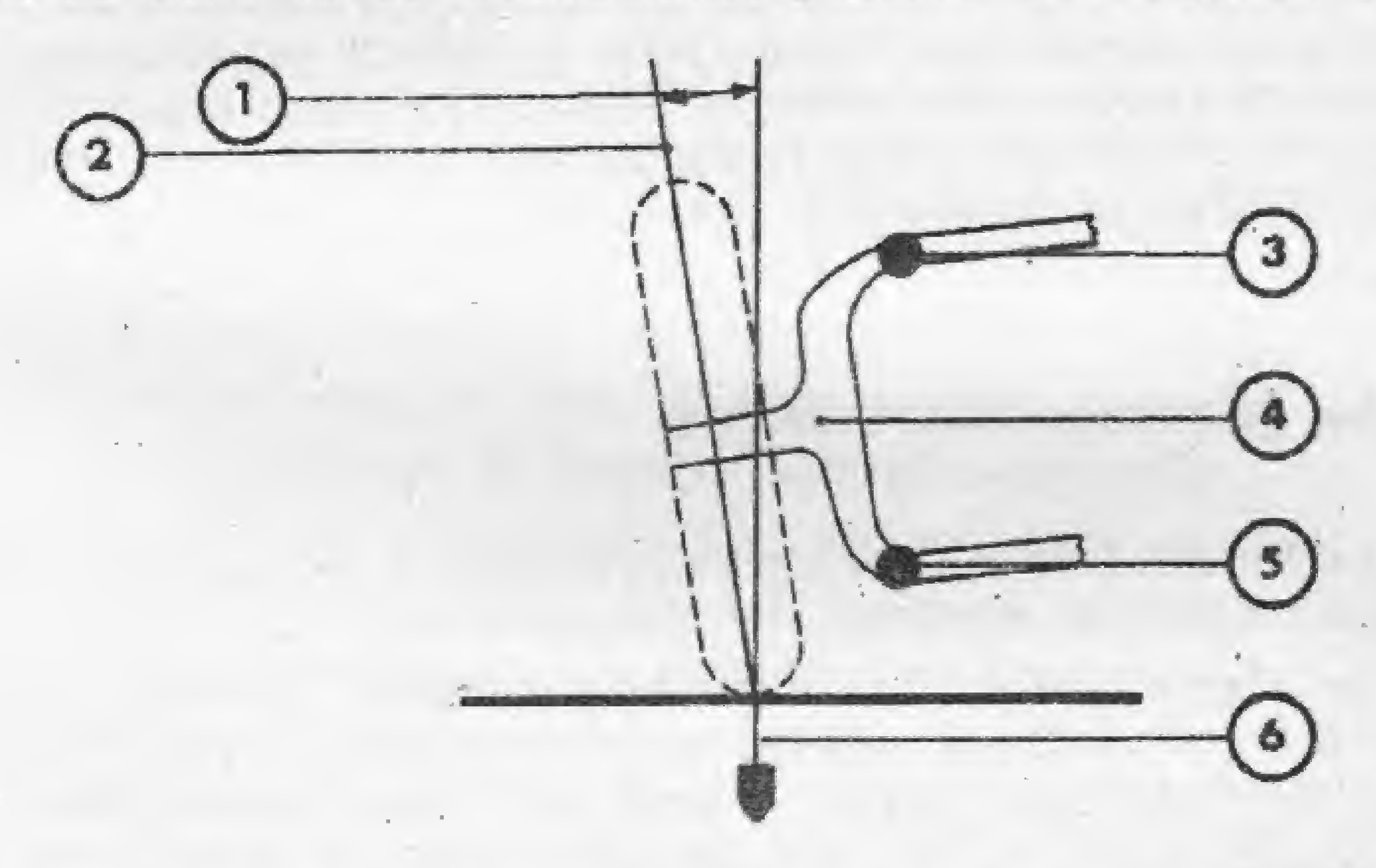


Fig. 11-8. Está representado en: (1) ángulo de comba; (2) plano de la rueda; (3) eje superior; (4) punta de eje; (5) eje inferior; (6) vertical.

vertical y la horizontal. El correcto ajuste de estos ángulos es muy importante porque influye en la duración de los neumáticos, la seguridad de conducción del vehículo y el confort del conductor por manejar el coche sin que el volante trepide.

Resonancia del tren delantero

Cuando el coche va a una velocidad considerable, cada rueda (armazón metálico, neumático, tambor del freno, etc.) forma

una masa considerable que, al girar rápidamente produce un efecto giroscópico que repercute en todo el eje delantero, produciendo los efectos siguientes: cuando una rueda encuentra un obstáculo, levantándola o hundiéndola, su eje de rotación tiende a querer girar de tal forma que quisiera colocarse perpendicularmente a la posición que tiene en el coche; por consiguiente, según que la rueda se levante o descienda efectúa una serie de desplazamientos angulares cuya frecuencia, si entra en resonancia con algún órgano del tren delantero (árbol de suspensión, barra de unión de ambas ruedas, etc.), puede ocasionar graves consecuencias por someter a estos órganos a una fatiga molecular muy grande.

Estos efectos de resonancia mecánica repercuten en la dirección de tal manera que hacen vibrar al volante produciendo una especie de temblor muy molesto, llegando en casos graves a producir una trepidación insoportable para el conductor a la vez que hace insegura la conducción del coche.

Ruedas delanteras independientes

La finalidad de las ruedas independientes es evitar los efectos de resonancia mecánica del tren delantero.

En efecto, cuando una rueda encuentra un obstáculo que la levanta o una depresión del terreno que la hunde, en vez de inclinarse como sucede cuando la rueda está fija al árbol delantero, se desplaza longitudinalmente, sin inclinarse, evitándose así los efectos giroscópicos y las trepidaciones producidas por la resonancia mecánica de los órganos de dirección.

Las ventajas de las ruedas delanteras independientes pueden resumirse en la forma siguiente:

a) Mayor confort para los pasajeros por la marcha del coche.

b) Más seguridad en la conducción del vehículo.

c) Mucha mayor estabilidad en la marcha del coche.

d) Se evita el desgaste muscular y la tensión nerviosa del conductor al suprimirse la trepidación del volante.

En la figura 11-6, representada anteriormente, podemos apreciar los elementos fundamentales de la rueda independiente de un coche Fiat, en el conjunto del tren delantero. La suspensión es a ballesta transversal y amortiguador que disminuye rápidamente las oscilaciones producidas por las irregularidades del terreno.

AVERIAS EN LA DIRECCION Y RUEDAS DELANTERAS

Pueden clasificarse en dos grupos principales: a) cuando la dirección es excesivamente holgada y b) cuando es muy dura.

Conviene que el volante obedezca sin dureza alguna, suavemente, no dejando un margen excesivo de libertad sin que mueva las ruedas: un pequeño juego de hasta unos dos centímetros es tolerable, mas ya es excesivo.

1. **Exceso de soltura en la dirección**

Causas que pueden producirlo

1. La soltura excésiva en la dirección puede ser debida a:
   a) Ajuste deficiente del conjunto de la dirección.
   b) Cojinetes del árbol de dirección muy gastados.
   c) El sinfín de la dirección gastado, está flojo.
   d) Palanca o barras de unión flojas en las uniones.
   e) Cojinetes de la palanca o barras de unión gastados.
   f) Volante de dirección flojo en el árbol.
2. Cojinetes de las ruedas delanteras flojos.
3. Bujes del muñón de dirección flojos o gastados.
4. Caja del mecanismo de dirección floja en su soporte.

2. **La dirección es muy dura**

Causas que pueden ocasionarlo

1. Neumáticos desigualmente o mal inflados.
2. Neumáticos de tamaño excesivo o con desgaste anormal.
3. Exceso de fricción en las uniones de la dirección, debido a:
   a) Falta lubricante o es de clase inadecuada.
   b) Acumulación de suciedad en las articulaciones.
   c) Asiento de la rótula gastado, rayado o áspero.
   d) Rótula ovalada por el desgaste.

4. Exceso de fricción en el grupo de dirección, debido a:
   a) El lubricante falta o es de clase inadecuada.
   b) La barra de unión no tiene bastante juego longitudinal.
   c) Exceso de ajuste de los cojinetes de la palanca.
   d) Cojinetes del árbol de dirección rayados o deformados.
   e) Juego insuficiente del eje de la palanca en los bujes.
   f) Bujes de la palanca desalineados.
   g) Cojinetes de empuje de la palanca de dirección rotos, gastados.
   h) Insuficiente juego del buje superior de la columna.
   i) Tubo de dirección forzado, o torcido.
   j) Desalineación de todo el grupo de dirección al montarlo.
5. Fricción excesiva de los muñones de dirección, debido a:
   a) Falta de lubricación en los cojinetes, bujes y muñones.
   b) Articulaciones gastadas por rozamiento, rayadas, ásperas.
   c) Poco juego entre bujes del muñón y pivotes de dirección.
   d) Poco juego longitudinal del muñón de dirección.
6. Causas excepcionales, que ocurren con poca frecuencia.
   a) Insuficiente inclinación del pivote de dirección.
   b) Mala curvatura de las ruedas delanteras.
   c) Incorrecta convergencia de las ruedas delanteras.

3. **Bamboleo de las ruedas delanteras, a baja velocidad**

Explicaciones preliminares necesarias

Las vibraciones que se producen en el sistema de dirección son de dos clases distintas, según que el coche vaya a una velocidad reducida o a toda marcha. Estas vibraciones repercuten en el volante haciendo muy molesta la conducción del coche. Son producidas por las ruedas delanteras y presentan las características siguientes:

A **poca velocidad** se produce un efecto de bamboleo, o sea que las ruedas (delanteras) tratan de orientarse alternadamen-

te hacia la derecha y hacia la izquierda; actúan como una serie de oscilaciones muy rápidas de la rueda y el neumático en el pivote que le sirve de soporte.

A **gran velocidad** las ruedas delanteras producen una trepidación similar al galope de un caballo, sucediendo todo como si las ruedas fuesen ovaladas. En casos de excesiva gravedad las ruedas saltan y dejan de tocar el pavimento, mientras que, en casos normales, el efecto que se observa es como si los neumáticos de las dos ruedas se inflasen y desinflasen alternadamente.

Causas que pueden producir estos fenómenos

1. Neumáticos poco inflados, o inflados desigualmente.
2. Demasiado juego del muñón de empuje de la dirección.
3. Mal ajuste de la convergencia de las ruedas delanteras, por:
   a) Mal ajuste de la barra transversal de la dirección.
   b) Tubo transversal de la dirección torcido o doblado.
   c) Mal roscado (flojo) del tubo transversal en sus extremos.
   d) Uniones del extremo del tubo transversal gastadas o flojas.
4. Piezas del sistema de dirección gastadas o flojas en sus uniones.
5. Piezas de conexión de la dirección gastadas o flojas.
6. Pernos en "U" del muelle delantero flojo o mal roscado.
7. Muelle delantero demasiado flexible, debido a:
   a) Los muelles del chasis son débiles para ese coche.
   b) Exceso de lubricación de los muelles de suspensión.
   c) Inadecuado control de los amortiguadores, debido a:
      1) Tienen poco fluido o son de clase inadecuada.
      2) Los amortiguadores están mal ajustados.
      3) Holguras internas de los amortiguadores anormales.
8. Angulo defectuoso de alguna rueda delantera, debido a:
   a) La rueda tiene un ajuste muy flojo.
   b) Los bujes del muñón están gastados, o rotos.
   c) La horquilla del muñón está torcida.
9. La banda de rodaje del neumático es desigual.

4. **Trepidación de las ruedas delanteras a gran velocidad**

Causas que pueden producir este efecto

1. Todas las causas explicadas en 3. Bamboleo de las ruedas.
2. Grupo de rueda delantera desequilibrado.
3. Rueda delantera que bambolea o es excéntrica (más de 1/8").
4. Excentricidad de la banda de rodaje, o desviación.
5. Conjunto de las ruedas traseras desequilibrado.
6. Bamboleo o deflexión de las ruedas traseras.
7. Arrastre de los frenos de las ruedas delanteras (caso raro).

5. **Desviación de la dirección debido al pavimento**

Causas que pueden producir esta avería

1. Neumáticos mal inflados, o inflados desigualmente.
2. Pivotes y bujes gastados o flojos.
3. Pivotes y bujes excesivamente apretados.
4. El mecanismo de la dirección está mal ajustado.
5. Las ruedas delanteras tienen poca convergencia.
6. El eje trasero está desplazado de los muelles.
7. Viento lateral muy fuerte, que desvía el coche.
8. La superficie del pavimento resbala.
9. La barra de acoplo tiene los extremos muy apretados.

6. **Reacciones en el volante de dirección**

Explicaciones preliminares necesarias

Las irregularidades del terreno así como el choque de los neumáticos contra algún obstáculo (piedra, resalte brusco, etc.) repercuten en el volante de dirección produciéndose desplazamientos bruscos que dependen de la magnitud de la causa que los ha originado. Por consiguiente no hay que atribuir a defectos de

la dirección cuando se observan pequeñas vibraciones o sacudidas bruscas cuando se viaja por caminos mal pavimentados, o de tierra.

Causas que pueden producir estos efectos

1. Los neumáticos están mal inflados.
2. Muelles del chasis aplastados: no absorben los choques.
3. El efecto de los amortiguadores es insuficiente.
4. Piezas del mecanismo de dirección flojas o gastadas.

7. **El mecanismo de la dirección produce ruidos molestos**

Causas que originan estos efectos

1. Lubricación insuficiente en todo el mecanismo de la dirección.
2. La clase de lubricante empleado no es el que corresponde.
3. Cojinetes de la palanca de dirección rotos, o gastados.
4. Excesivo juego radial en los bujes del árbol de la palanca.
5. Juego anormal en las conexiones del mecanismo.
6. Columna de dirección floja en el extremo inferior.
7. Mecanismo de la dirección flojo en el chasis.
8. Uniones muy flojas del mecanismo de la dirección.

Capítulo XII

FRENOS

Un vehículo cuando marcha a determinada velocidad y se lo quiere detener, es necesario absorber la fuerza viva que posee transformándola en otra forma de energía, en calor en el caso de utilizar frenos. La fuerza viva es proporcional al peso del coche multiplicado por el cuadrado de su velocidad. Por consiguiente ya vemos desde ahora que el frenado de un automóvil será tanto más difícil cuanto mayor sea su peso y marche a mayor velocidad. También observamos que el frenado es un efecto opuesto a la propulsión, aunque ambos están encomendados al mismo órgano: las ruedas, en su contacto con el suelo, o sea, la parte del neumático que se apoya sobre el pavimento.

Por consiguiente, un mismo coche y a una determinada velocidad de marcha tiene distintas condiciones de frenado que dependen de las del suelo puesto que no ofrece tanta adherencia un terreno barroso como otro de tierra seca, ni un pavimento asfaltado, mojado, produce tanto efecto de derrape del neumático como un buen pavimento de macadán. Asimismo, unos neumáticos nuevos tienen mayor adherencia con el pavimento que otros ya gastados y lisos, por consiguiente, el frenado de un vehículo tiene que ser experimentado por su conductor en distintos terrenos y circunstancias para así saber, en cada caso, cuándo y cómo debe frenar para detener el coche oportunamente.

En general, puede decirse que hasta los 60 u 80 km/h el conductor domina su vehículo y puede manejarlo a su voluntad, mientras que después de los 80 km por hora el vehículo es el dueño de la situación. Además, veremos oportunamente que pasando de estas velocidades recomendables el consumo de combustible, neumáticos, lubricantes, etc., aumenta en proporciones tan grandes que, desde todos los puntos de vista, conviene mantenerse entre los 60 y 80 km en marcha por carretera (lo que se llama velocidad de crucero) por ser la más segura y económica.

TIPOS DE FRENOS

Siendo los frenos el mecanismo que debería merecer mayor cuidado de un coche, pues de ellos depende la seguridad del tránsito y la vida de muchas personas se describirán los siguientes sistemas de frenos: 1) a expansión (mando manual); 2) sistema hidráulico; 3) sobre el eje de transmisión; 4) a depresión; 5) de aire comprimido.

1. Frenos a expansión

Este sistema consiste en un tambor de acero fundido, de unos 30 cm de diámetro por unos 10 de ancho, fijado al armazón de cada rueda, concéntricamente con su eje; por consiguiente,

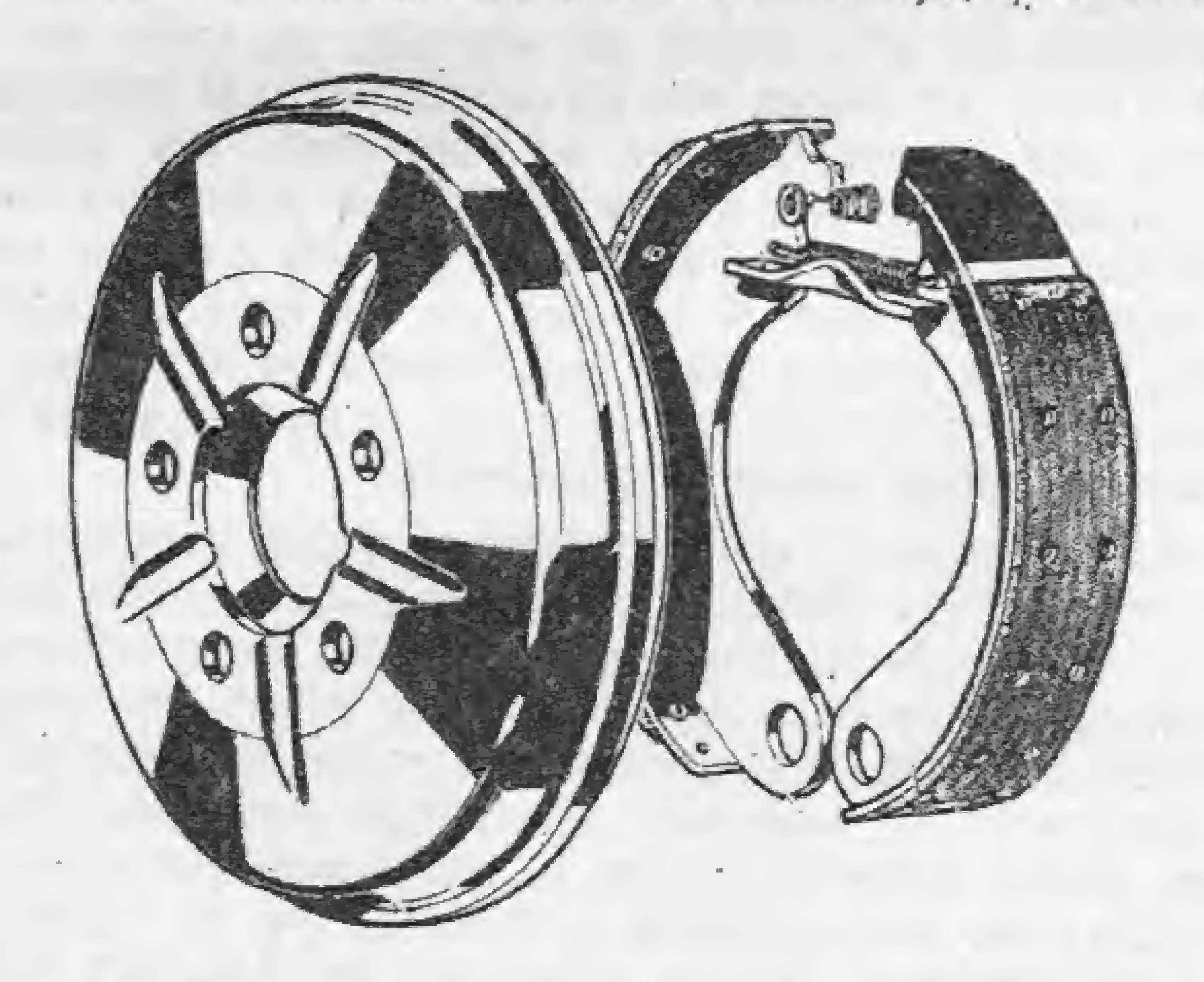


Fig. 12-1. Aspecto de una zapata o segmento de freno recubierto de ferodo, que se adapta dentro del tambor.

giran juntos, rueda y tambor como si fuesen una sola pieza. Dentro de cada tambor hay dos segmentos (fig. 12-1) que cubre, cada uno de ellos, algo menos de la mitad de la superficie interna del tambor.

Estos segmentos, generalmente llamados zapatas, pueden tener un desplazamiento angular, o sea, separarse entre sí, gracias

a un pivote que les sirve de soporte colocado en su extremo inferior (en la figura 12-1 se ven los dos agujeros destinados a los pivotes).

En los frenos a expansión los extremos superiores de las zapatas tienen una superficie plana, entre las cuales hay una excéntrica que, al girar su eje, las separa lo cual da por resultado que la superficie exterior de las zapatas se ponen en contacto con la superficie interior del tambor produciéndose un efecto de frenado que depende de la presión que se haya hecho con el pedal puesto que, precisamente, es el pedal el que gobierna el giro de la excéntrica.

Veamos, con algún detalle, cómo funciona este mecanismo. El movimiento de la excéntrica es accionado por el pedal del freno o por la palanca del freno de emergencia; en ambos casos se acciona una varilla de acero que, al tirar, hacen desplazar un cierto ángulo una pequeña manivela fijada al eje de la excéntrica. Por consiguiente, al accionar uno de los dos mandos de freno (el de pedal, o el de mano) el eje de la excéntrica gira un cierto ángulo y, por consiguiente, la excéntrica también: las zapatas se separan y el frenado entra en acción.

Como veremos al tratar los frenos hidráulicos, la separación de las zapatas se efectúa mediante un dispositivo que funciona por la presión de un líquido especial que separa dos pistoncitos, colocados dentro de un cilindro, que hacen el mismo oficio que la excéntrica en el caso de los frenos a expansión que acabamos de considerar: separar las zapatas dentro del tambor. Por todo lo demás, el mecanismo del frenado es el mismo en ambos sistemas.

Hay que tener presente que las zapatas y todo su mecanismo (pivotes de sujeción y la excéntrica) están fijos en la carcasa que sirve de soporte al eje de las ruedas, o sea que es solidario con la carcasa que sirve de soporte al eje de las ruedas y con todo el armazón del coche mientras que el tambor es el que gira juntamente con las ruedas.

Para aumentar la adherencia entre las zapatas y el tambor se coloca sobre ellas una especie de tela gruesa, ferodo, de varios milímetros de espesor, hecha con virutas metálicas, que tienen la propiedad de derrapar fuertemente con las superficies que se ponen en contacto. El empleo del ferodo tiene, además, otras ventajas muy importantes: 1) Evita el desgaste de los segmentos metálicos de las zapatas; 2) Cuando el ferodo se gasta es de fácil reposición sin que se hayan gastado los segmentos metálicos; 3) Sólo el tambor sufre el desgaste por el rozamiento del ferodo aunque siendo de acero fundido se gasta poco, muchísimo menos que el ferodo, y por consiguiente duran mucho, además, son de muy fácil reposición.

Este sistema de frenado tiene un grave inconveniente. Si las cuatro ruedas no tienen los frenos bien registrados (que los cuatro frenen igualmente) el coche tiende a desplazarse lateralmente y, si además, el pavimento está mojado y resbala, entonces patina y pueden originarse accidentes.

2. Frenos a mando hidráulico

Este sistema de frenos se funda en que los líquidos son prácticamente incomprensibles y por consiguiente tienen la propiedad de transmitir casi instantáneamente la presión que en ellos se ejerce.

En efecto, si en un recipiente cerrado (cilindro y pistón, por ejemplo) presionamos un líquido, ese esfuerzo puede propagarse a distancia si hay una tubería que comunique con otro recipiente similar, o sea que el pistón del segundo cilindro se desplazará simultánea e instantáneamente, recibiendo la misma presión que la ejercida por el primer pistón.

Esto es lo que sucede en los frenos hidrodinámicos. Al apretar con el pie el pedal del freno se empuja un pistoncito colocado en un pequeño cilindro que contiene un líquido especial que, al ser comprimido, se conduce mediante unos tubitos, a los mandos hidráulicos de las cuatro ruedas.

En la figura 12-2 se representa, en forma esquemática, cómo se efectúa el sistema de frenado hidráulico. La presión del pie sobre el pedal del freno (representada por una flecha grande) empuja un vástago en cuyo extremo está colocado el pequeño

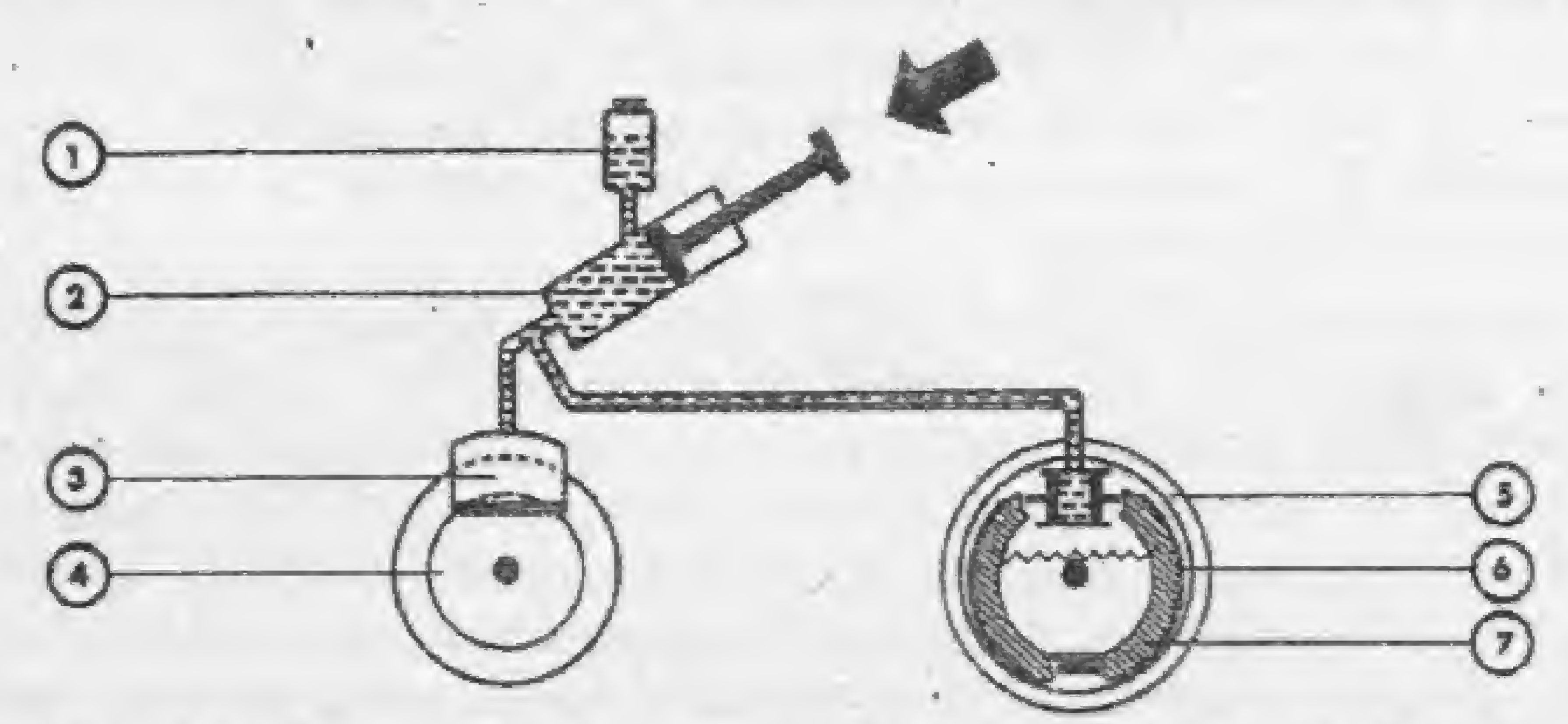


Fig. 12-2. Representación esquemática del sistema de frenos hidráulicos. Los números indican: (1) depósito del líquido especial; (2) cilindro principal; (3) pinza de la rueda delantera; (4) tambor de la rueda trasera; (6) dispositivo de unión; (7) zapata.

pistón que se desplaza dentro del cilindro (2), siempre lleno del líquido especial para frenos que se mantiene a un determinado nivel gracias al depósito (1), que lo suministra cuando es necesario. El líquido, al ser presionado, por la acción del pedal, propaga esa presión a cada rueda que mediante el dispositivo de frenado que tiene, actúa frenando el coche.

Entre las muchas disposiciones que actualmente se utilizan en el sistema de mando hidráulico, presento la versión representada en las figuras 12-3 y 12-4 para el transmisor y receptor respectivamente, dispuestos juntos para poder ver más claramente la relación mutua de su funcionamiento.

En el cilindrito transmisor (figura 12-3) se representa, en corte, el interior del cilindrito (3) con su pequeño pistón (8) accionado por el pedal del freno por medio del vástago (6), accionado por el pedal del freno. El líquido penetra por el tubo (1) (alimentado por el depósito de líquido) y sale, comprimido, por el tubito (14); los resortes (9) y (10) que actúan en forma antagónica, repeliendo el émbolo (8), dejan siempre el cilindro (3) lleno del líquido especial para recibir una nueva maniobra de frenado.

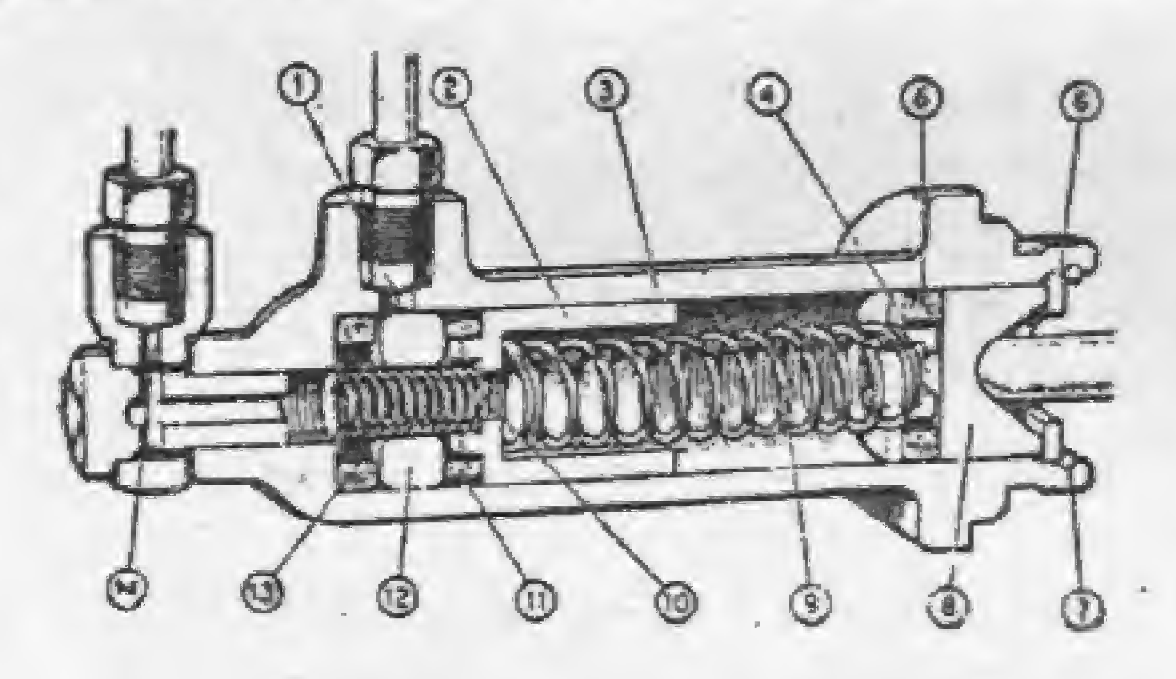


Fig. 12-3. Cilindro compresor del líquido para frenos que, al desplazar el pistón accionado por el pedal, transmite la fuerza que produce el frenado.

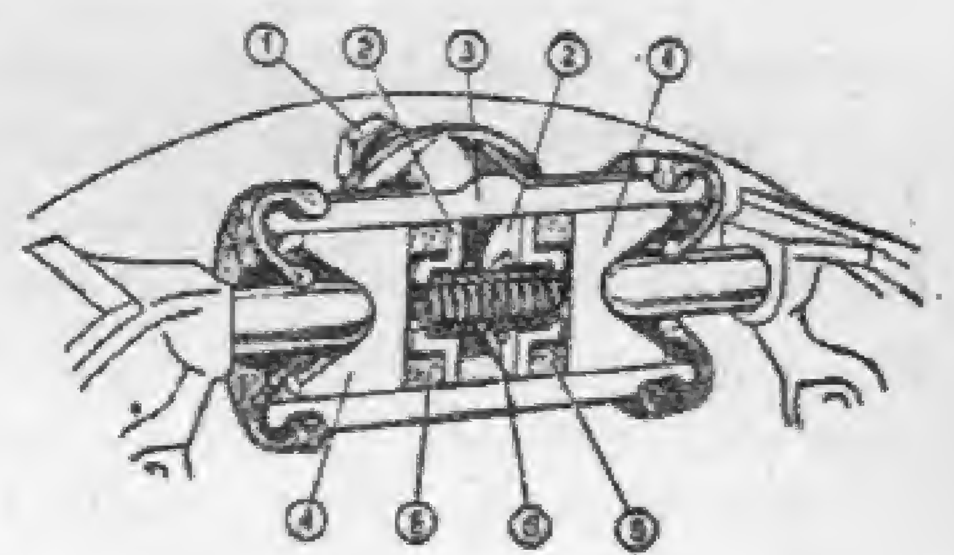


Fig. 12-4. Dispositivo receptor Los dos pistoncitos (4), al separarse por la presión del líquido, separan las dos zapatas.

En la figura 12-4 vemos al receptor, que es el que recibe la presión del transmisor (gobernado por el pedal del freno) cuya misión es expandir las zapatas y frenar el coche. El líquido a presión entra por (1) penetrando en el cilindro (3) donde están los dos pistoncitos (2) que, al recibir el líquido comprimido del transmisor, se separan, desplazando los émbolos (4) que tienen solidarios los vástagos que presionan los extremos superiores de las zapatas, las cuales, al separarse y frotar las superficies internas del tambor correspondiente de cada rueda, producen el frenado.

Es muy interesante tener en cuenta que con el sistema de frenado hidráulico los dispositivos de las cuatro ruedas reciben

todos ellos la misma presión, evitándose los inconvenientes observados en el sistema de frenado mecánico que hemos considerado anteriormente: el registro de las cuatro ruedas es obtenido automáticamente con el frenado hidráulico.

Atención. Si el depósito de líquido para frenos quedase sin la cantidad mínima necesaria, entonces en todo el sistema deja de comprimirse líquido y los frenos no actúan por comprimirse aire. Nunca se recomendará bastante de vigilar el nivel de este líquido especial para frenos a fin de evitar accidentes pues, si faltase, aunque se apriete el pedal a fondo el aire comprimido no produce ningún efecto de frenado.

3. Freno sobre el eje de transmisión

Es un freno auxiliar utilizado en los coches con frenos hidráulicos.

Se compone de una polea colocada en el árbol de transmisión, a la salida del cambio de marchas y antes de la junta universal (Cardán). Esta polea tiene colocada encima, envolviéndola en sus tres cuartas partes, una cinta de acero recubierta en su parte interior con ferodo para aumentar el efecto de adherencia entre la polea y la cinta.

El mecanismo de este freno de mano es muy sencillo. Una palanca situada al lado del conductor permite, cuando se la desplaza, que la cinta metálica apriete la polea quedando así la polea y por consiguiente el eje de transmisión, frenados.

Acerca de este freno auxiliar hay que hacer varias advertencias muy importantes que, si no se siguen, dan lugar a efectos que pueden ser graves.

a) Sólo debe utilizarse cuando el coche está parado con el fin de evitar que se mueva, especialmente cuando se está en una pendiente. Esto es necesario cuando el sistema de frenos del coche es hidráulico.

b) Atención. Cuando el coche está frenado no hay que ponerlo en movimiento mediante el motor puesto que si está fuertemente frenado el eje de transmisión puede ocurrir (si se da una acelerada al motor) que se rompa el freno o quizás se produzca alguna avería en todo el sistema de transmisión.

c) Estando el coche en movimiento sólo en casos excepcionales debe utilizarse el freno sobre el eje de transmisión, debido a la forma violenta en que funciona, pudiéndose

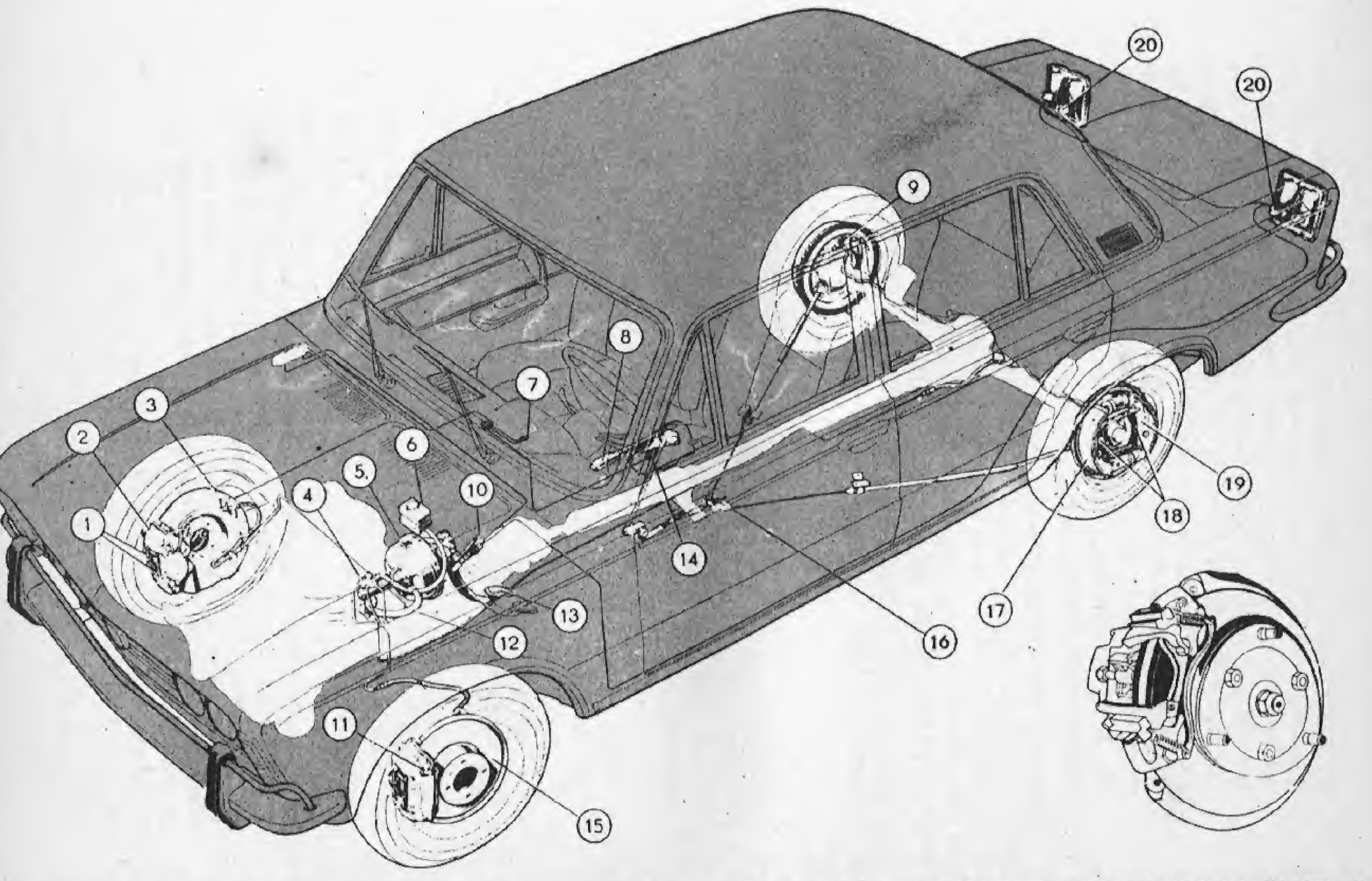


Fig. 12-5. Sistema de frenos de un automóvil con frenado a disco en las ruedas delanteras y a tambor en las traseras. (1) Pastilla de freno; (2) pinza de freno de disco delantero; (3) disco del freno; (4) bomba hidráulica; (5) servofreno a depresión; (6) depósito de líquido; (7) señalador luminoso —intermitente— de freno de mano puesto; (8) palanca del freno de mano; (9) válvula de purga de las cañerías traseras; (10) interruptor de las luces de "stop"; (11) válvula de purga de las cañerías delanteras; (12) tubo de conexión del servofreno con el múltiple de admisión; (13) pedal de comando; (14) interruptor ... (15) disco de freno delantero; (16) tuerca de regulación del freno de mano; (17) zapata de freno trasero;

producir una verdadera catástrofe si no se lo aplica con extremada precaución. Esto es debido a que el eje de trasmisión gira muchas veces más rápidamente que el eje de las ruedas o sea del tambor de los frenos y por consiguiente su efecto de frenado se multiplica. Sólo debe utilizarse el freno sobre la trasmisión cuando fallen los frenos a mando hidráulico y, aún entonces, es necesario mover la palanca con extremada cautela, evitando el agarrotamiento del freno, o sea, que la cinta quede pegada a la polea.

Debido a los inconvenientes que se producen si, por olvido, queda frenado el eje de transmisión, de los coches modernos hay una lamparita colocada en el tablero de instrumentos que permanece prendida mientras este freno actúa. En cuanto se mueve la palanca y el eje queda desfrenado, la lamparita se apaga.

Hay distintos criterios acerca de si es más conveniente colocar el freno del árbol de transmisión entre el cambio de velocidades y la junta de Cardán tal como está indicado en la figura 12-5, o bien en el otro extremo del eje, tal como se indica en la figura

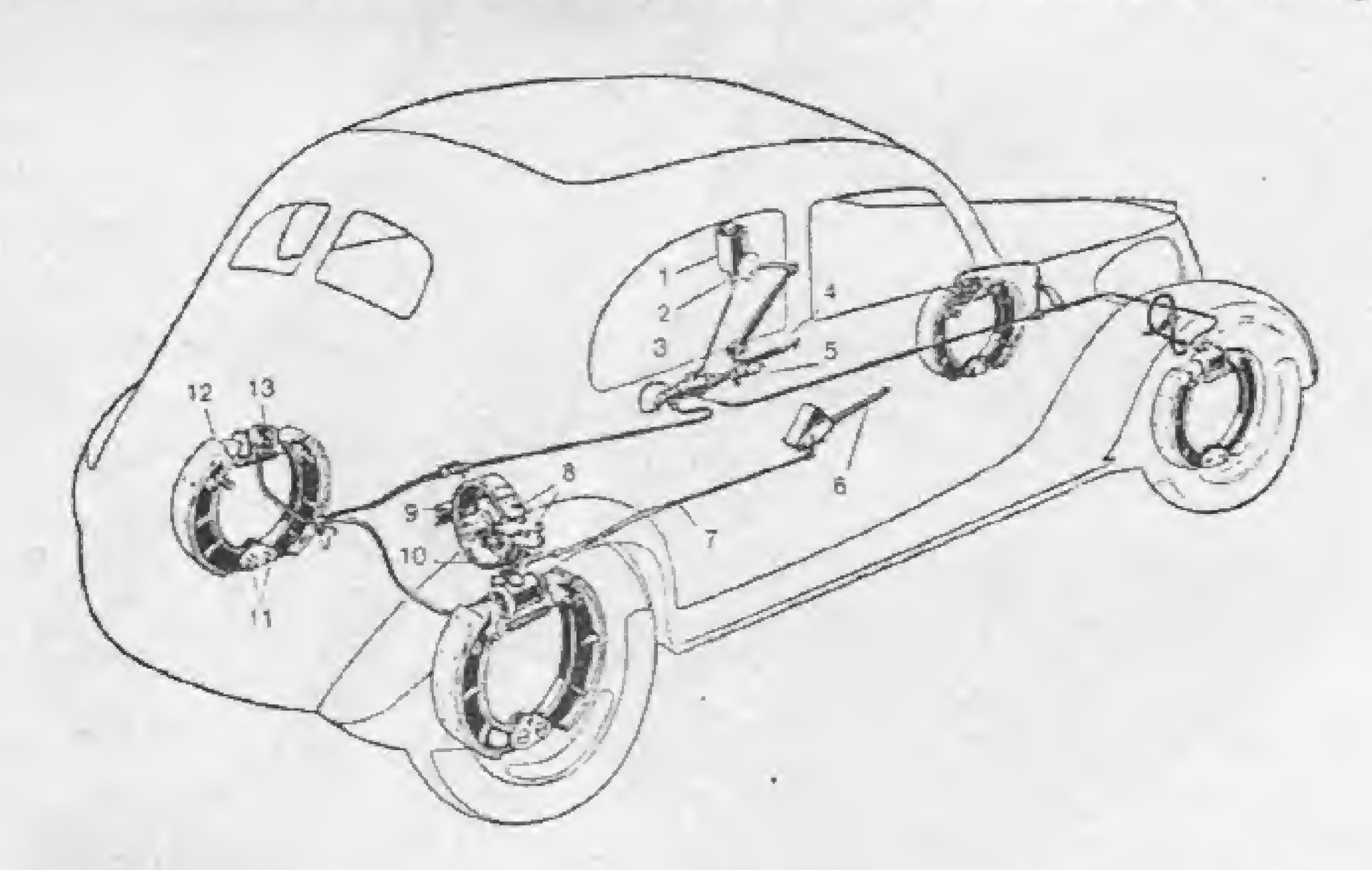


Fig. 12-6. Instalación completa de frenos hidráulicos en las cuatro ruedas, con el sistema a expansión con zapatas, y el freno auxiliar, a mano, junto al diferencial. Los números indican: (1) depósito de líquido especial para frenos; (2) pedal del freno hidráulico; (3) bomba compresora del líquido; (4) resorte de reacción; (5) tornillo de ajuste; (6) palanca del freno a mano sobre la transmisión; (7) tirante del freno a mano; (8) tuerca de ajuste; (9) tornillo para centrar la cinta del freno; (10) tensor del cable; (11) excéntrica de regulación de las zapatas; (12) reguladores del juego superior de las zapatas; (13) tornillo para la salida de aire.

12-6. Parece que hay ciertas ventajas colocándolo cerca del diferencial, aunque no todos los constructores de automóviles están de acuerdo sobre este punto, a tal extremo, que hay marcas de coches que algunos de sus modelos tienen el freno auxiliar a la salida del cambio de marchas y en otros modelos este freno lo colocan antes del diferencial.

¿Qué es frenar con el motor?

Cuando un coche está en movimiento y se interrumpe el sistema de ignición (encendido) los períodos motrices del motor no se realizan y entonces la fuerza viva que posee el automóvil se va gastando, moviendo todo el mecanismo del motor que, en sus períodos de compresión actúan como resistencias muy importantes: el coche se ve obligado a producir un trabajo (compresión) sin recibir ningún esfuerzo que lo compense (expansión) y por consiguiente se va parando. Actúa como un verdadero frenado del vehículo.

Para frenar con el motor basta con tener el embrague conectado, el cambio de marchas en acción (preferible la primera, o la segunda). Aunque para hacer más claras mis explicaciones he dicho que debe interrumpirse el encendido, es preferible que el motor siga funcionando para evitar que la mezcla no quemada ensucie las bujías, pero, cuidando de no apretar el pedal del acelerador.

Este procedimiento de efecto de frenado del coche puede utilizarse en los casos que hay que descender por una pendiente muy pronunciada y también cuando conviene reducir la velocidad del coche sin utilizar los frenos. Es un gran auxiliar del conductor inteligente, que usa los frenos lo menos posible y con gran moderación.

Como complemento de las explicaciones anteriores conviene recomendar, cuando se deja el coche en un sitio que el pavimento no es horizontal, de colocar las ruedas (delanteras o traseras) dirigidas contra el borde de la vereda y, además, colocar la primera marcha en sentido contrario hacia donde tendría tendencia a irse el coche si fallasen los frenos. En estos casos es necesario el empleo del freno auxiliar, a mano.

Los servofrenos

Se los denomina también frenos de potencia, debido a que el conductor, al accionar el pedal, en vez de aplicarse esta fuerza directamente a los frenos se utiliza para hacer funcionar un dispositivo denominado servofreno, de funcionamiento automático,

cuya fuerza es muchas veces mayor que la que puede ejercerse con el pie al pedal. La fuerza del servofreno se aplica a los frenos directamente, obteniéndose así un esfuerzo de frenado que no podría hacer el conductor con la presión del pie.

El servofreno funciona basado en los dos métodos siguientes:

a) Utilizando la depresión del motor, conectándolo al múltiple de admisión.

b) Por medio de aire comprimido, en los camiones pesados.

La acción del servofreno es proporcional a la presión del pie contra el pedal del freno.

4. Frenos a depresión

Este sistema de servofreno se utiliza especialmente en camiones muy pesados. En la versión que se pasa a describir, el pedal del freno acciona una válvula que pone en comunicación un tanque al cual se ha practicado el vacío, con un dispositivo que acciona el sistema expansivo de las zapatas contra los tambores de los frenos. El vacío se obtiene por medio de un aspirador accionado por el motor del coche debiéndose tener en cuenta que la depresión máxima es de 1 kg por cm cuadrado, por esto, para grandes esfuerzos de frenado son preferibles los frenos a compresión en los cuales no hay límite para el valor de la presión. Hay fabricantes de coches que utilizan la depresión que produce el motor en el múltiple de admisión para gobernar el servofreno, en cuyo caso se simplifica el sistema.

5. Frenos a compresión

Son empleados por camiones de gran tonelaje, que generalmente llevan varios remolques acoplados. El prototipo fue desarrollado por la Westinghouse formado por los elementos siguientes:

a) Un compresor de aire, de dos cilindros, accionado por el motor del vehículo.

b) Un depósito metálico para almacenar el aire comprimido capaz de resistir presiones de 15 kg por cm cuadrado.

c) Un sistema regulador de presión y distribución del aire comprimido.

d) Un mecanismo adaptado al freno de cada rueda, consistente en un cilindro y un pistón cuyo vástago, al despla-

zarse, separa las zapatas haciendo que presionen contra las paredes del tambor.

Un sistema de tuberías distribuye el aire comprimido a los remolques, con lo cual se asegura un frenado uniforme a todos los vehículos (camión piloto y remolques) que componen el tren. Si por algún accidente se interrumpiese la distribución del aire comprimido, el conductor es advertido inmediatamente por un sistema de señales que hay en el tablero del camión piloto.

Circuitos de frenos independientes

Como complemento de cuanto se ha explicado acerca de los frenos y por la importancia que tienen como elemento de seguridad en la marcha de los automóviles, mencionaré que se han adoptado procedimientos de frenado independientes, para las ruedas delanteras y las traseras (fig. 12-7). También se adopta el

CIRCUITOS DE FRENOS INDEPENDIENTES

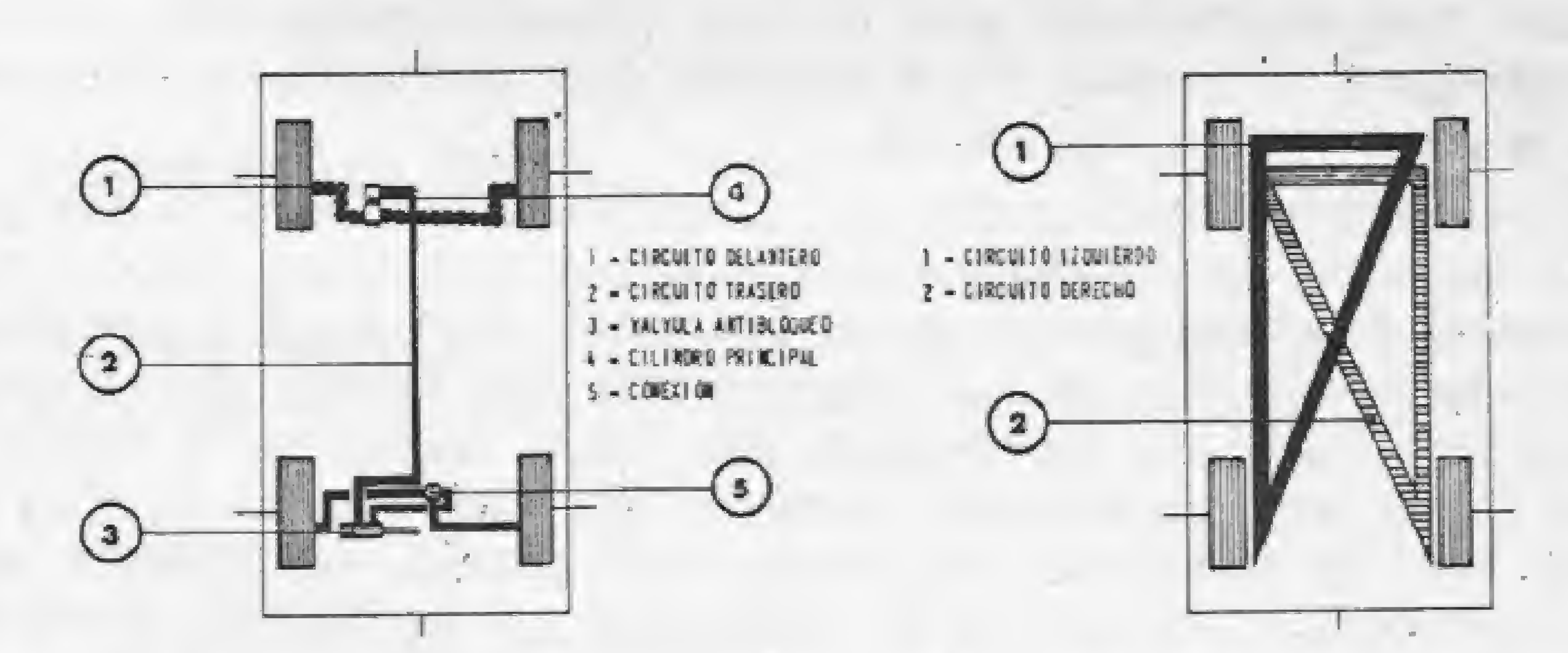


Fig. 12-7. El cilindro compresor del líquido tiene dos salidas: por una de ellas se envía el líquido comprimido a los frenos de las ruedas traseras, funcionando así en forma independiente.

Fig. 12-8. Otra disposición adoptada para frenar en forma independiente las ruedas delanteras y traseras, utilizando dos circuitos.

frenado simultáneo, separado, de las ruedas delanteras y las traseras (fig. 12-8). Todos estos dispositivos de frenado tienden a aumentar la seguridad en caso de fallar el sistema de frenos. Una luz especial colocada en el tablero de instrumentos avisa al conductor cuando el sistema deja de funcionar correctamente.

Válvula antibloqueo

Este dispositivo tiene por finalidad evitar que las ruedas traseras se bloqueen si se produce una detención abrupta del coche ante una situación de peligro. En tales casos la válvula antibloqueo limita la presión del líquido en los frenos traseros.

El grave inconveniente que resulta si las ruedas traseras se bloquean antes que las delanteras es que el coche pierde el mando de su trayectoria por el volante de dirección pudiendo ir, al desplazarse lateralmente, a chocar contra otros coches u obstáculos. Un vehículo siempre se detiene menos rápidamente cuando sus ruedas están bloqueadas, pues en tales condiciones los neumáticos resbalan en vez de adaptarse con fuerza al pavimento.

Cómo deben usarse los frenos

Si el conductor de un coche (especialmente si es su propietario) sabe utilizar juiciosamente los frenos aumentará, en un gran porcentaje, la vida de su automóvil. Estadísticas muy bien establecidas han demostrado que no hay procedimiento más rápido y seguro para estropear un automóvil que someterlo a intensas frenadas con mucha frecuencia.

Siguiendo las normas que doy a continuación, no sólo aumentará la duración de los neumáticos sino que observará, con asombro, que no debe someter el coche con tanta frecuencia a costosas reparaciones, ajustes de los mecanismos del motor, diferencial, cambio del ferodo de las zapatas, etc., cuya causa, en la mayoría de los casos, son las abruptas frenadas que desarticulan el chasis, aflojan toda la tornillería, desajustan las piezas, terminando por tener bien pronto, en vez de un automóvil, un montón de chatarra.

Conviene, para evitar este estado de cosas, operar en la siguiente forma:

1. Cuando se quiere moderar la velocidad, no aplicar los frenos sino levantar algo el pedal del acelerador y dejar que "frene el motor".
2. No tener nunca los pies apoyados en el pedal del freno, pues con suma facilidad, inconscientemente, se produce en forma permanente un determinado grado de frenado, por rozar las zapatas con el tambor.
3. Cuando sea necesario frenar, por algún peligro inminente, no apriete bruscamente el pedal a fondo porque no conseguirá otra cosa sino bloquear las ruedas traseras, con

todas las posibles consecuencias que pueden resultar. Frenando abruptamente a fondo, los neumáticos se "clavan", resbalan generalmente, y entonces ya no se es dueño del coche: frenar sin que las ruedas se inmovilicen.

4. Ponga toda su atención cuando frena; proceda con cautela y sólo cuando sea necesario apriete el pedal.
5. En los Estados Unidos se ha evaluado, como promedio, que cuesta 5 dólares cada frenada brusca, por las diversas derivaciones que resultan: desgaste de los neumáticos, desajustes diversos, frenos gastados y arruinados prematuramente, etc.
6. Muchas veces, una maniobra oportuna con el volante, desviando el coche, puede evitar una desgracia o un choque en forma más efectiva que frenando a fondo. Ante todo: sangre fría, evaluación mental de las distancias, conocimiento y dominio de las posibilidades de la máquina que se maneja y una seguridad integral en el volante, son los elementos esenciales de todo conductor, procurando, si no poseen todas, suplirlas con prudencia. Así evitaremos dañar al prójimo y, en lo posible, que los otros nos dañen a nosotros.

AVERIAS EN LOS FRENOS

Los desarreglos que pueden tener los frenos pueden clasificarse en los grupos siguientes:

1. **El pedal toca el apoyapies**

Causas que pueden producir esta avería

1. Desgaste anormal del ferodo de las zapatas.
2. Zapatas de los frenos mal ajustados, flojas en los pernos.
3. Escape de líquido en el sistema hidráulico: mal frenaje.
4. Hay aire disuelto en el líquido de las tuberías.
5. El pedal está mal colocado, suelto el perno de fijación.
6. No hay líquido en el depósito de abastecimiento del sistema.

2. **Todos los frenos arrastran en forma permanente**

Causas que originan este defecto de funcionamiento

1. El pedal tiene juego insuficiente o está mal fijado en su apoyo.
2. Se ha introducido aceite mineral en el sistema de los frenos.

3. **Una de las ruedas permanece frenada**

Causas diversas que pueden ocasionarlo

1. Resorte de contracción de las zapatas flojo, roto o suelto.
2. Conducto roto, o tapado, del líquido de freno.
3. El perno de la zapata se ha agarrotado con el segmento.
4. La zapata está demasiado junta con el tambor y roza en exceso.
5. Los cojinetes de las ruedas están flojos y hay roce excesivo.

4. **El coche anda tirando hacia un lado**

Causas varias que pueden producir este defecto

1. El ferodo de las zapatas se ha empapado con lubricante.
2. Las zapatas están mal fijadas en los pernos de giro.
3. Las zapatas de las ruedas son de marcas diferentes y frenan mal.
4. Los neumáticos tienen distinta presión: inflarlos iguales.
5. El conducto hidráulico a los frenos está tapado o torcido.

5. **Efecto blando y elástico al apretarse el pedal del freno**

Causas diversas que pueden ocasionar esta anomalía

1. El sistema hidráulico tiene burbujas de aire disueltas.
2. Las zapatas, sus resortes, etc., están mal ajustadas.

6. **Parada defectuosa con presión excesiva en el pedal**

Causas que pueden provocar este defecto

1. Los ferodos están mal colocados, o inadecuados para esos frenos.
2. Las zapatas están mal ajustadas, demasiado cerca del tambor.
3. El lubricante ha penetrado en el tambor y dificulta el frenado.
4. Los ferodos rozan con el tambor de algunas ruedas.

7. **Los frenos son demasiado sensibles**

Causas que pueden producir esta avería

1. Las zapatas de los frenos están mal ajustadas en su montaje.
2. Los ferodos están empapados de lubricante y se trataban al tambor.
3. Las placas de sujeción de las zapatas están flojas.

Capítulo XIII

RUEDAS Y NEUMATICOS

Ruedas

Los automóviles de serie, de potencia media, tienen un peso bruto de alrededor de una tonelada y cuando el coche lleva pasajeros en todos sus asientos puede estimarse en unos 350 a 400 kg el peso promedio que debe soportar cada rueda y mucho más las que sostienen la unidad motriz.

Para sostener este esfuerzo y además, resistir la acción dinámica de las ruedas cuando giran a velocidades comprendidas entre 10 y 20 vueltas por segundo, que son normales en los coches actuales, se comprende que el complejo giratorio, formado por la rueda y el neumático, tiene que poder resistir esfuerzos dinámicos muy importantes y, además, estar bien equilibrado, de lo contrario se producen vibraciones (shimmy) que hacen muy molesta la conducción del coche a ciertas velocidades por efectos de la resonancia mecánica que entonces se produce, denominado balanceo.

También hay que considerar, desde el doble punto de vista del confort y la seguridad de los pasajeros, que el sistema de sustentación y desplazamiento del vehículo sea el mejor posible y, aún más, hasta se estudia, muy cuidadosamente, el diseño de las ruedas para que armonicen con el estilo del conjunto del coche.

Las ruedas empleadas actualmente en los coches de serie se componen de tres partes: 1) El armazón central, que es el que recibe el esfuerzo propulsor de los paliers; 2) La llanta, unida solidariamente al núcleo central, que es donde se coloca el neumático; 3) El neumático, formado por la cámara y la cubierta.

En los coches de serie se construyen actualmente, el armazón central y la llanta, de dos tipos distintos según el esfuerzo que tienen que realizar: a) de acero; b) de aleaciones en las que intervienen metales livianos. En la figura 13-1 se representan dos tipos del conjunto llanta y armazón central, generalmente llamado disco.

Llantas de acero

Las llantas de acero y el disco están formadas por dos piezas separadas que se unen solidariamente por dos procedimientos distintos:

a) Por soldadura a arco, disponiéndose simétricamente los puntos de soldadura.

b) Por remachado, perforándose simétricamente, juntas, la llanta y el disco, uniéndose luego ambas piezas por medio de remaches. En ciertos casos la llanta es de acero y el disco de una aleación liviana, en la cual interviene como base el aluminio.

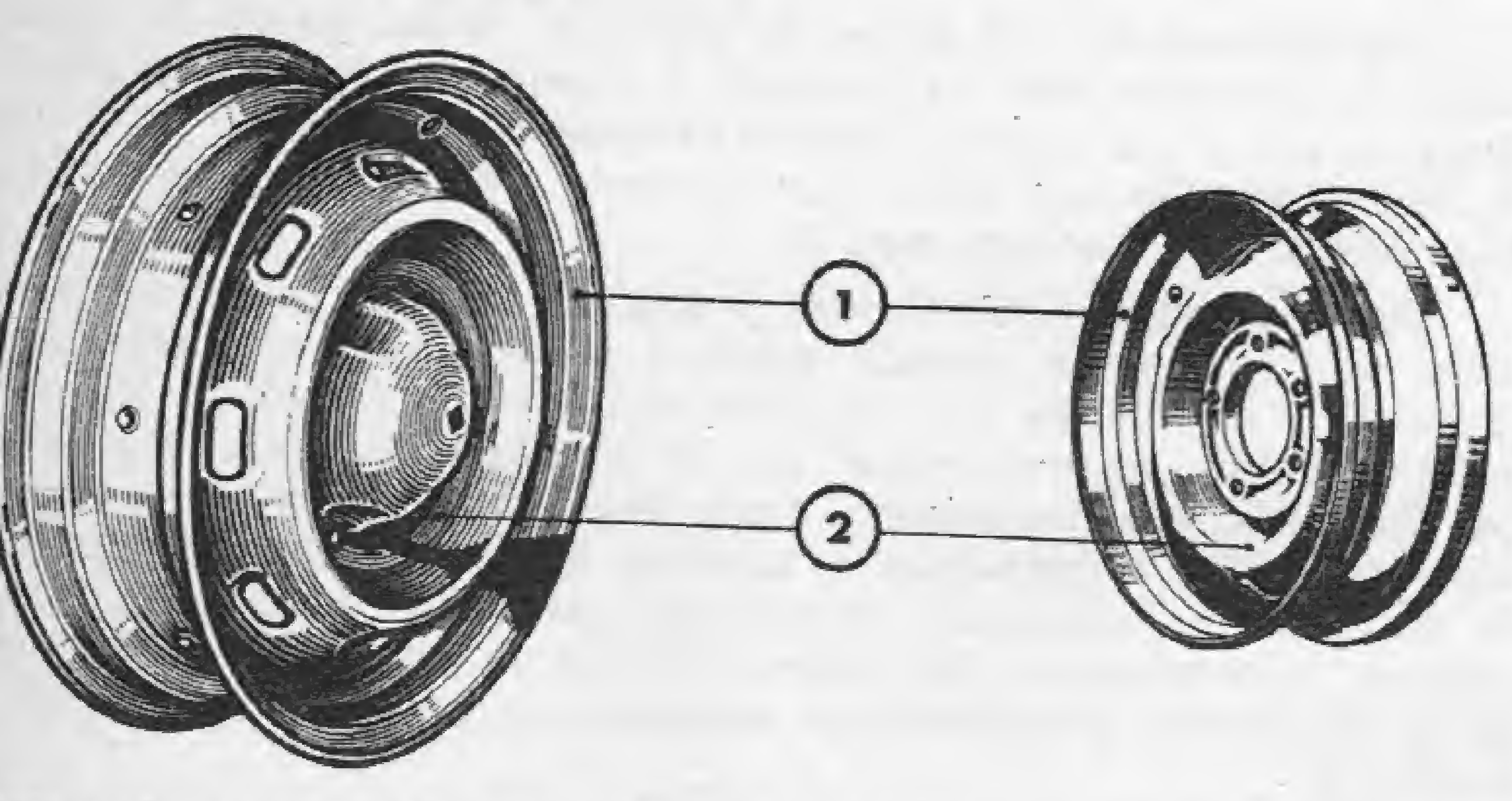


Fig. 13-1. Conjunto del armazón central y del disco en dos modelos distintos. El primero, con llanta perforada, y el segundo, con llanta lisa. En los dos modelos, (1) representa la llanta y (2) el disco.

Los discos pueden ser totalmente lisos o perforados, según e ven en la figura 13-1. Los perforados tienen la ventaja que ntroducen una circulación de aire en la parte de la rueda donde stá instalado el tambor de freno, ventilándolos, lo cual es suamente ventajoso en los vehículos pesados donde la absorción e la energía al frenar se transforma en calor.

Llantas de aleación liviana

Los coches de serie han empezado a adoptar una construcción conjunta de la llanta y el disco, formando una sola pieza fundida, hecha con una aleación de aluminio y algún otro metal, como el manganeso, para que tenga mayor tenacidad pues el aluminio es muy liviano pero, poco tenaz. Precisamente, debido al poco peso que tienen las llantas de aleación livianas es por lo que fueron empleadas, en el pasado, en los coches especiales de carreras (competición), habiéndose ahora perfeccionado a tal punto que se han adoptado en los coches de serie.

Neumáticos

El conjunto elástico que constituye la suspensión del coche sobre el pavimento, está formado por una cámara de aire comprimido colocada dentro de una cubierta de caucho vulcanizado, que es la que está en contacto directo con el suelo.

Las cámaras de los neumáticos comunes están hechas de una goma sumamente blanda para que se adapte fácilmente a la forma interna de la cubierta; además debe poseer la suficiente flexibilidad para amortiguar las irregularidades del suelo. En realidad, es el aire que contiene la cámara lo que sostiene la carga, del coche y los pasajeros, dependiendo de la presión de su inflado lo que amortigua más o menos los obstáculos e irregularidades del camino.

Las cámaras tienen una válvula para introducir el aire que consiste en un tubo metálico de 1 cm de diámetro por unos 5 cm de longitud, uno de cuyos extremos está fijado a la cámara, sin escapes de aire, y el otro extremo está roscado en el cual se coloca la extremidad de la manguera de aire comprimido de las estaciones de servicio o el extremo del tubo de goma del inflador manual del coche.

Al colocarse el dispositivo del aire comprimido se pone en comunicación esta cápsula-válvula con el compresor oprimiéndose un resorte interno con lo cual va penetrando el aire comprimido, operación que se continúa hasta que la cámara tiene una presión de aire adecuada. Tan pronto como se suprime la entrada de aire, el resorte de la cápsula cierra la valvulita (que actúa de adentro hacia afuera), reteniendo la cámara el aire que se ha introducido a presión.

La cubierta es de caucho vulcanizado, teniendo en su hombro (la parte exterior en contacto con el suelo) diversas ranuras,

formando dibujos diversos. Estas ranuras, o canaletas, de unos cuantos milímetros de profundidad y de anchura tienen la doble finalidad de producir un agarre más fuerte con el pavimento y además expulsar el agua que puede haber en el suelo que es el que produce el resbalamiento entre el neumático y el pavimento.

La denominación "vulcanizado" quiere decir que el caucho que forman los neumáticos se introduce en unos moldes que tienen la forma completa del neumático, tal como lo vemos, con su perfil, ranuras, talones, etc. El caucho, bien caliente, se introduce en estos moldes y sale completamente terminado.

Hasta hace muy pocos años (a partir de la década del 60) la construcción de los neumáticos no tenía cambios notables. Fueron las experiencias obtenidas con los coches de competición por una parte y por otra la adopción de nuevos materiales que modificaron la técnica constructiva de los neumáticos, que continúa evolucionando todavía, tratando de conseguir en los coches mejoras en el confort de suspensión, estabilidad en la dirección y tenida del coche en la ruta, rodaje silencioso, frenado más eficiente y seguro y prolongar lo más posible la duración del neumático.

Tipos de neumáticos

a) Tipo convencional, de perfil bajo, hombro redondo.
b) Neumáticos radiales, reforzados con hilos de acero de nylon.
c) Neumáticos sin cámara, pudiendo tener cámara de seguridad.

a) *Neumáticos de tipo convencional*

Están formados por capas cruzadas de lona a las cuales se les aplica la cubierta de caucho vulcanizado. Tienen el lomo redondo, o sea, la parte del neumático que se aplica contra el suelo. Su marcha es silenciosa y ofrece un buen confort a los pasajeros (fig. 13-2).

Sus inconvenientes, que resultan de las características de su construcción, es que su banda de rodamiento se deforma, lo cual reduce su vida útil; además, teniendo los costados bastante gruesos, su flexibilidad es bastante limitada.

b) *Neumáticos radiales*

Este tipo de neumático tiene, además de las capas cruzadas de lona, un armazón radial formado por hilos de acero de nylon sobre los que se coloca la cubierta de caucho vulcanizado (fig. 13-3).

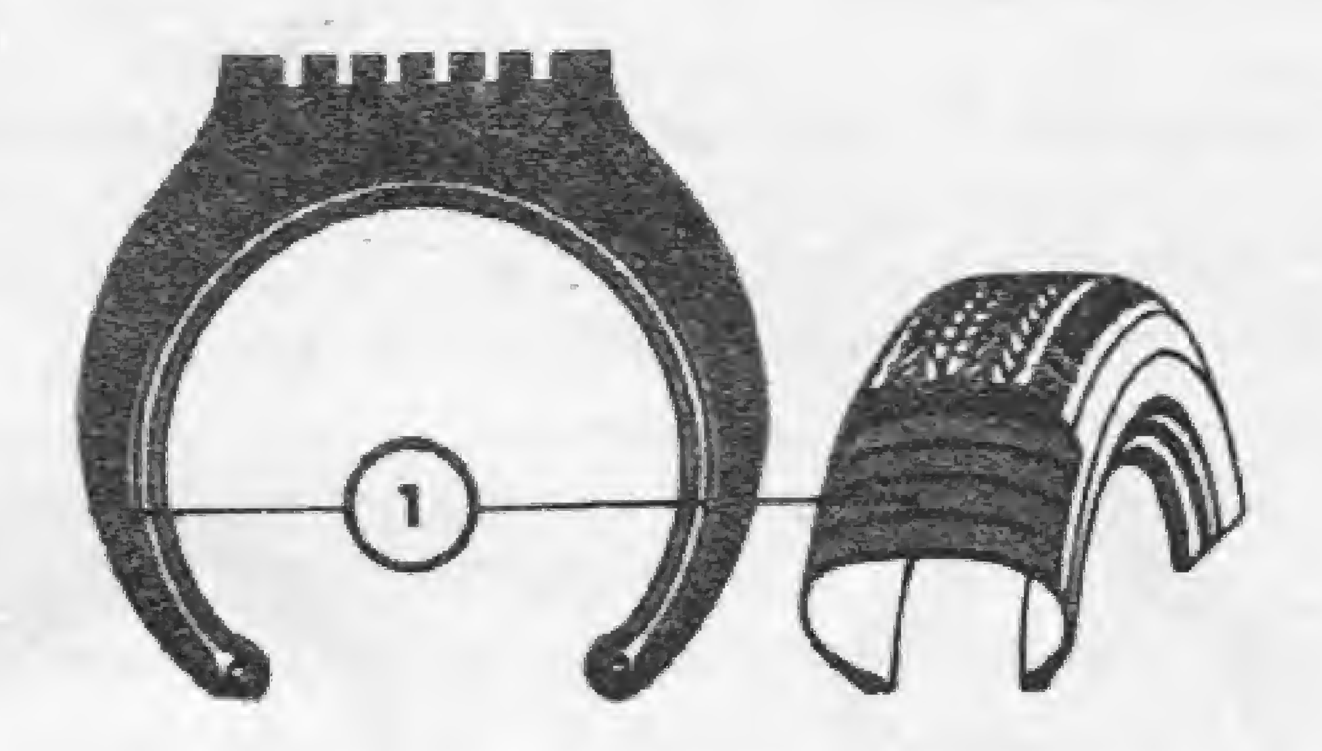


Fig. 13-2. Tipo de neumático más usado en los coches de serie. Se la denomina de lomo redondo; (1) representa el armazón de lona formado por capas cruzadas.

Debido a su construcción especial, este tipo de neumático tiene la propiedad de que la banda de rodamiento no experimenta deformaciones laterales. Esta propiedad hace que se reduzca su desgaste, aumentando, además, su adherencia con el pavimento lo cual es muy importante en caminos resbaladizos y en el frenado del vehículo.

Los principales inconvenientes de estos neumáticos consisten en que disminuyen la comodidad de los pasajeros debido a

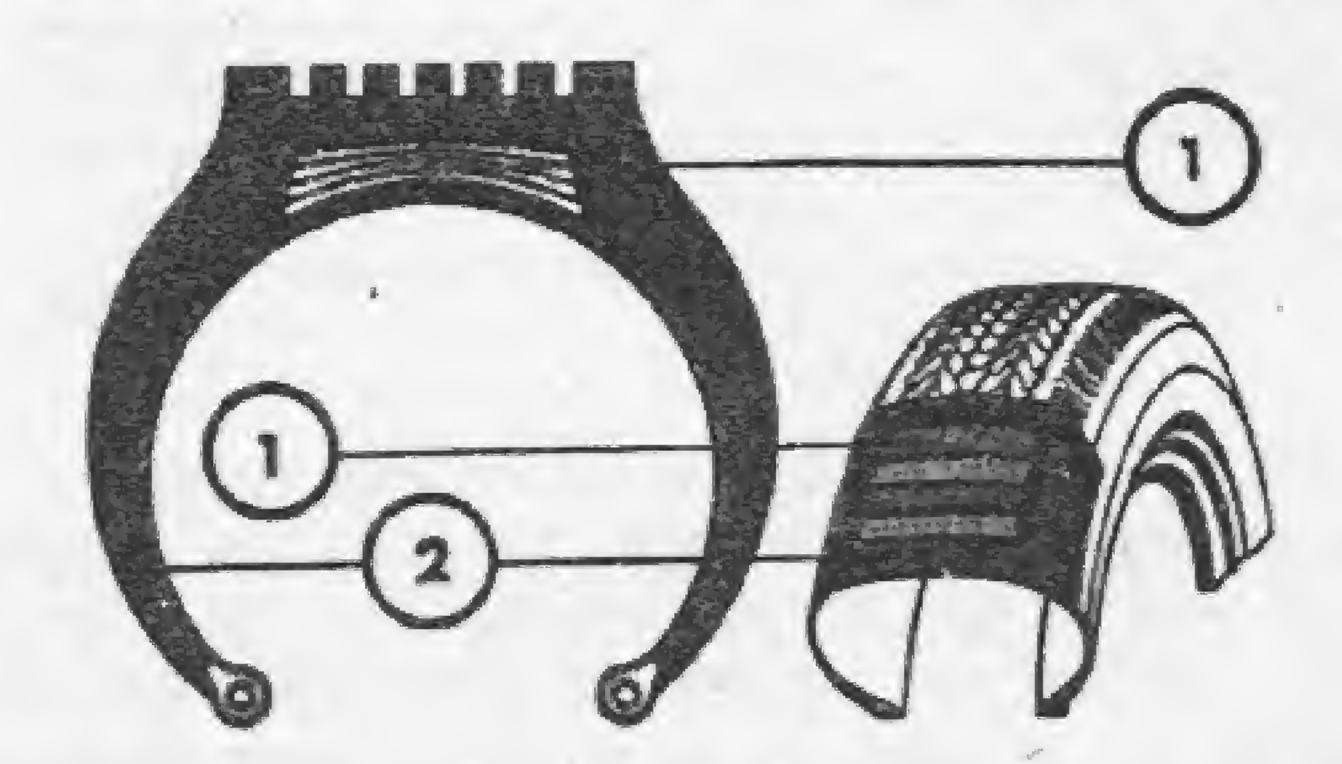


Fig. 13-3. Neumático tipo radial; (1) representa la cintura rígida formada por capas de algodón; (2) el armazón radial, compuesto hilos paralelos de acero de nylon.

que absorben poco las irregularidades del camino, además, producen bastante ruido en el rodaje; finalmente, como que poseen menor protección en los costados, los hace vulnerables si se producen colisiones.

c) *Neumáticos sin cámara*

Desde hace unos 20 años (en 1954) los fabricantes de automóviles de los Estados Unidos adoptaron en los más diversos tipos de sus vehículos el neumático sin cámara. Tienen sus ventajas y también sus inconvenientes, como ser:

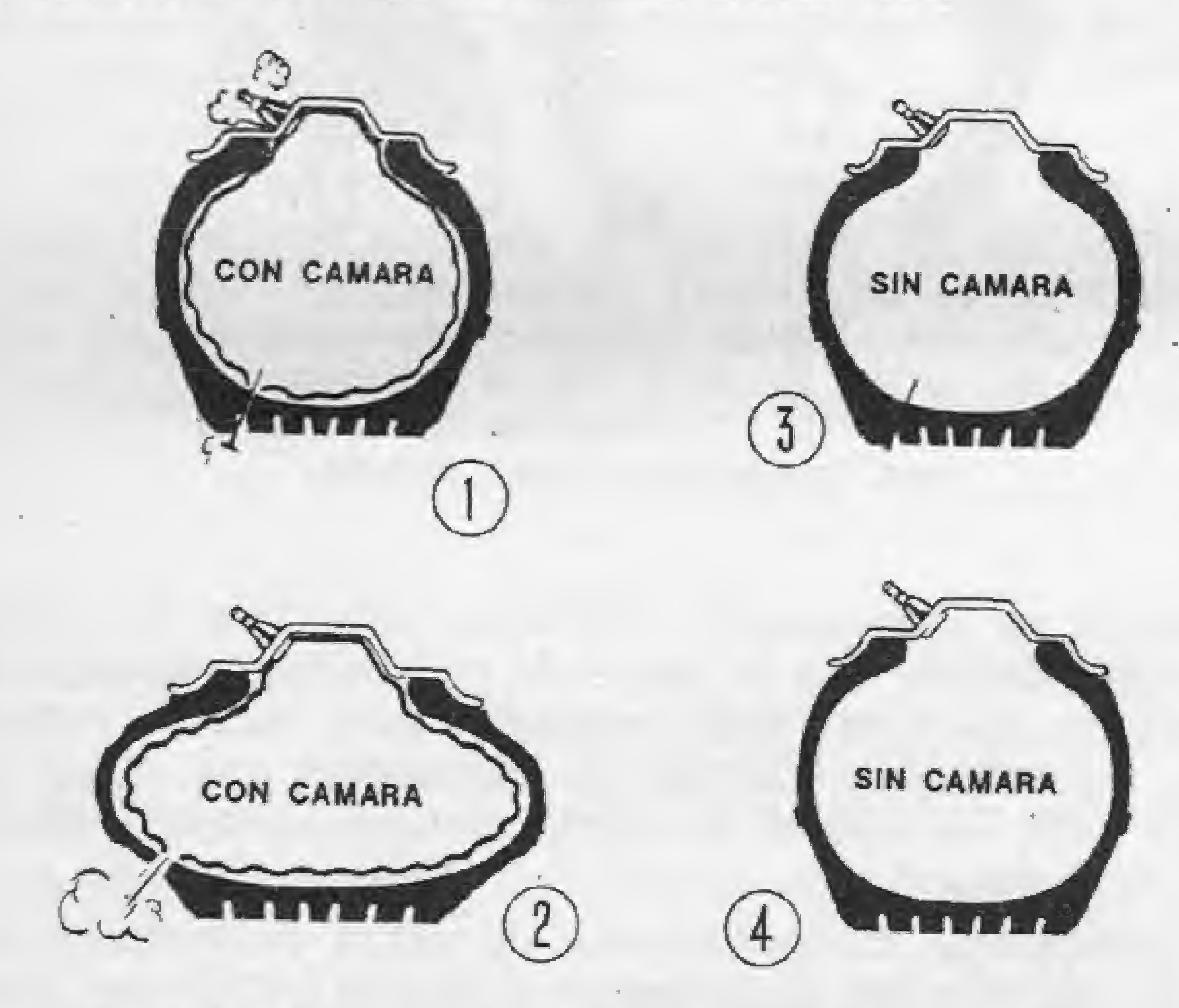


Fig. 13-4. Comparación de los efectos de pinchaduras y escapes en los neumáticos con cámara, representados en (1) y (2), y las mismas causas en los neumáticos sin cámara, indicando en (3) el pinchazo y en (4) tal como queda el neumático totalmente inflado.

Otra ventaja es que resisten pinchaduras debido a que en el interior de la cubierta se le aplica, en toda su superficie, una gruesa capa de una goma sintética especial, blanda y pastosa, cuya misión es sustituir la cámara de aire empleada en los neumáticos comunes. En efecto, si un clavo u otro objeto punzante (fig. 13-4) perfora la cubierta y llega al interior, en un neumático común perforaría la cámara de aire y se originaría un pinchazo, que si se produce a gran velocidad puede ocasionar serios inconvenientes; en cambio, con el neumático sin cámara, el objeto

punzante, al llegar a la pasta que recubre la pared interior, se hunde en ella, taponando el orificio y todo continúa como si no hubiese penetrado el clavo en la cubierta. No obstante, hay casos en que el objeto punzante es más largo que la capa de pasta protectora y entonces se produce algo de pérdida de aire y la presión disminuye. En la figura 13-5 se representan los dos casos de neumático común, con la fuga de aire de la cámara en la válvula de inflado y en el caso de recibir un pinchazo, comparándose lo que sucede en los neumáticos sin cámara.

Los inconvenientes que pueden presentarse son los siguientes: Como que su hermeticidad depende de su adherencia con la llanta en sus bordes, es evidente que si se produce un choque lateral, aunque de poca importancia, puede desplazar el neumático y el borde separarse de la llanta con lo que se produce la pérdida del aire instantáneamente.

El borde del neumático puede no adaptarse totalmente con la llanta y producirse fugas. Asimismo, deben evitarse los vira-

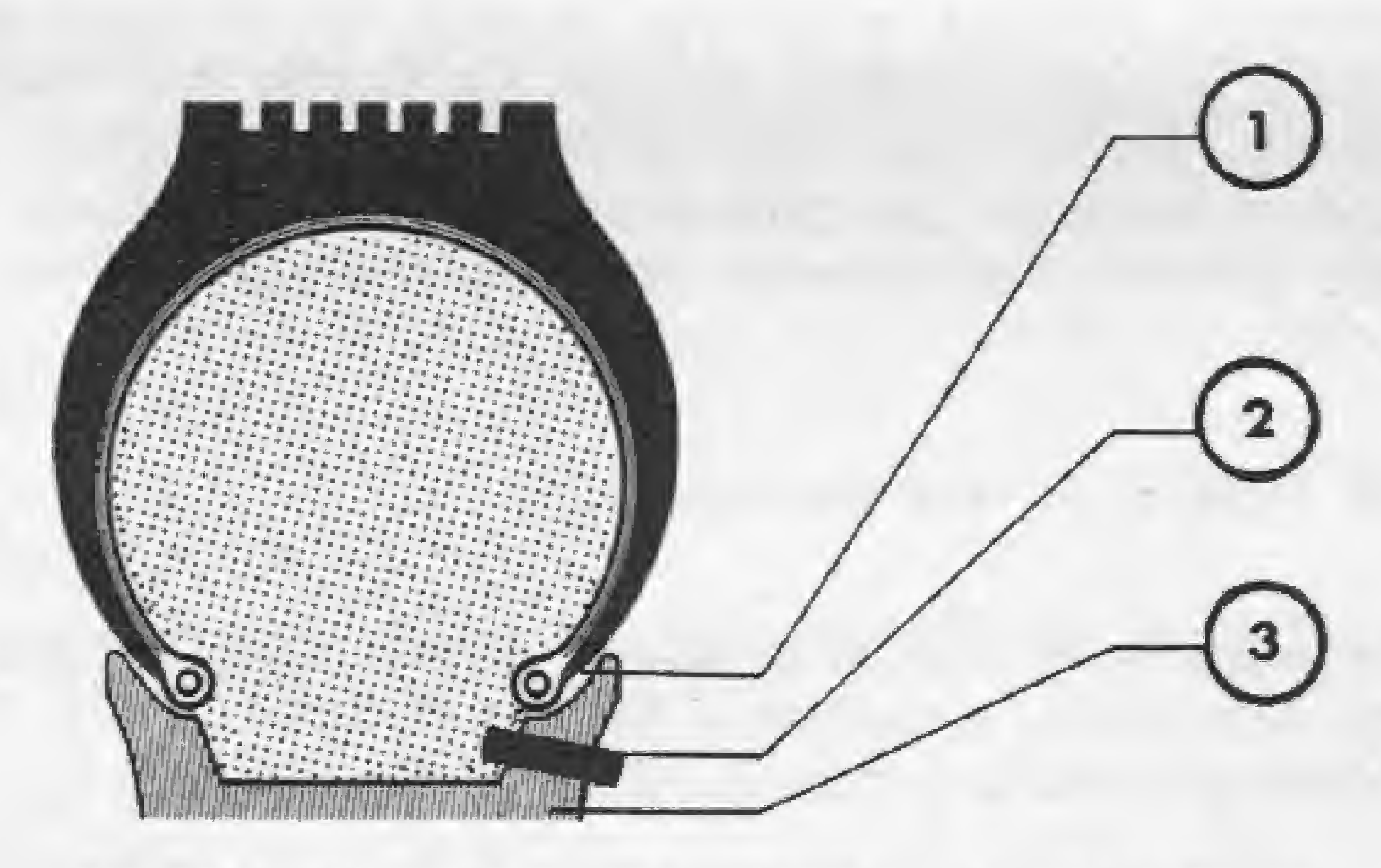


Fig. 13-5. Neumático sin cámara. La cubierta se coloca sobre la llanta, formando así, el espacio que ocuparía la cámara, el interior del neumático y la llanta; (1) representa la zona de cierre hermético entre llanta y cámara; (2) válvula de introducción del aire a presión; (3) la llanta especial.

jes bruscos pues pueden producir desplazamientos laterales de los neumáticos cuyo resultado puede ser el desinflado casi instantáneo.

Finalmente, una advertencia muy importante. A una cubierta sin cámara nunca se le ponga cámara porque el aire que quedaría entre la cubierta y la cámara se calentaría con el andar del coche y al expandirse dañaría peligrosamente la cámara y la cubierta.

Dimensiones de los neumáticos

Las dimensiones pueden estar indicadas en milímetros o en pulgadas. Están escritas en la parte lateral de la cubierta con cifras en relieve. Las primeras indican la anchura del neumático cuando está inflado a la presión correcta y las segundas cifras representan el diámetro de la llanta sobre la cual se apoya la cámara.

Consideremos un neumático que tiene la inscripción siguiente: 145 x 330, que significan 145 mm y 330 mm.

Su significado es el siguiente:

Ancho del neumático, inflado a la presión normal: 145 mm.

Diámetro de la llanta, donde se apoya la cámara: 330 mm.

Este mismo neumático puede tener las indicaciones siguientes 5,5" x 13" porque ambas dimensiones son iguales: 145 mm = 5,5 pulgadas y 330 mm = 13 pulgadas.

Actualmente, gracias a haberse puesto de acuerdo en diversos congresos internacionales, se han unificado las medidas de los neumáticos. Antes cada fabricante adoptaba medidas propias, lo cual llegó a producir tal confusión que fue necesario unificar las medidas y reducir el número de tipos de neumáticos.

Presión del inflado de los neumáticos

Lo que sucede a los neumáticos según que la presión sea insuficiente, adecuada, o excesiva, se indica en la figura 13-6. Las consecuencias que esto produce son las siguientes:

Presión insuficiente

a) Causar un desgaste excesivo lateral en la banda de rodamiento, aplastándose contra el suelo, lo cual produce flexiones sucesivas que ocasionan un aumento de la temperatura interior pudiendo ocasionar reventones.

b) Perjudica la tenida del coche en la ruta dificultando la estabilidad de la dirección.

Presión normal

a) El neumático apoya normalmente la banda de rodamiento sobre el pavimento obteniéndose entonces todas las ventajas posibles: máxima duración; perfecta tenida del co-

che sobre la ruta; mejor estabilidad del vehículo y facilidad en los virajes; mayor comodidad de los pasajeros; mínima fatiga del conductor; frenado óptimo.



Fig. 13-6. Efectos de la presión en los neumáticos, apoyándose sólo en parte sobre el pavimento la banda de rodamiento según sea el grado de presión aplicado. Con la presión adecuada el apoyo es total.

Presión excesiva

a) El neumático soporta una presión que debilita las telas que los constituyen ocasionando un desgaste prematuro, muy perjudicial.

b) Influye disminuyendo la flexibilidad de los neumáticos, aumentando la trepidación ocasionada por las irregularidades de la ruta, disminuyendo el confort.

c) La conducción se hace más insegura, aumentando la nerviosidad del conductor.

d) Las cámaras se gastan muy pronto en la parte central de la banda de rodamiento.

e) Dificultades en el frenado por la reducida superficie de contacto del neumático contra el pavimento.

f) Posibilidad de reventones debido a la excesiva presión que reina en las cámaras.

Consejos generales sobre los neumáticos

1. Los neumáticos deben inflarse cuando están frías las cubiertas, es decir, a la temperatura ambiente.
2. Cuando, viajando, se observa que los neumáticos están calientes, no desinflarlos nunca aunque se observe que su presión es mayor que la normal debido a que este aumento de presión es debida a la dilatación del aire que contiene la cámara por el efecto del calor producido por

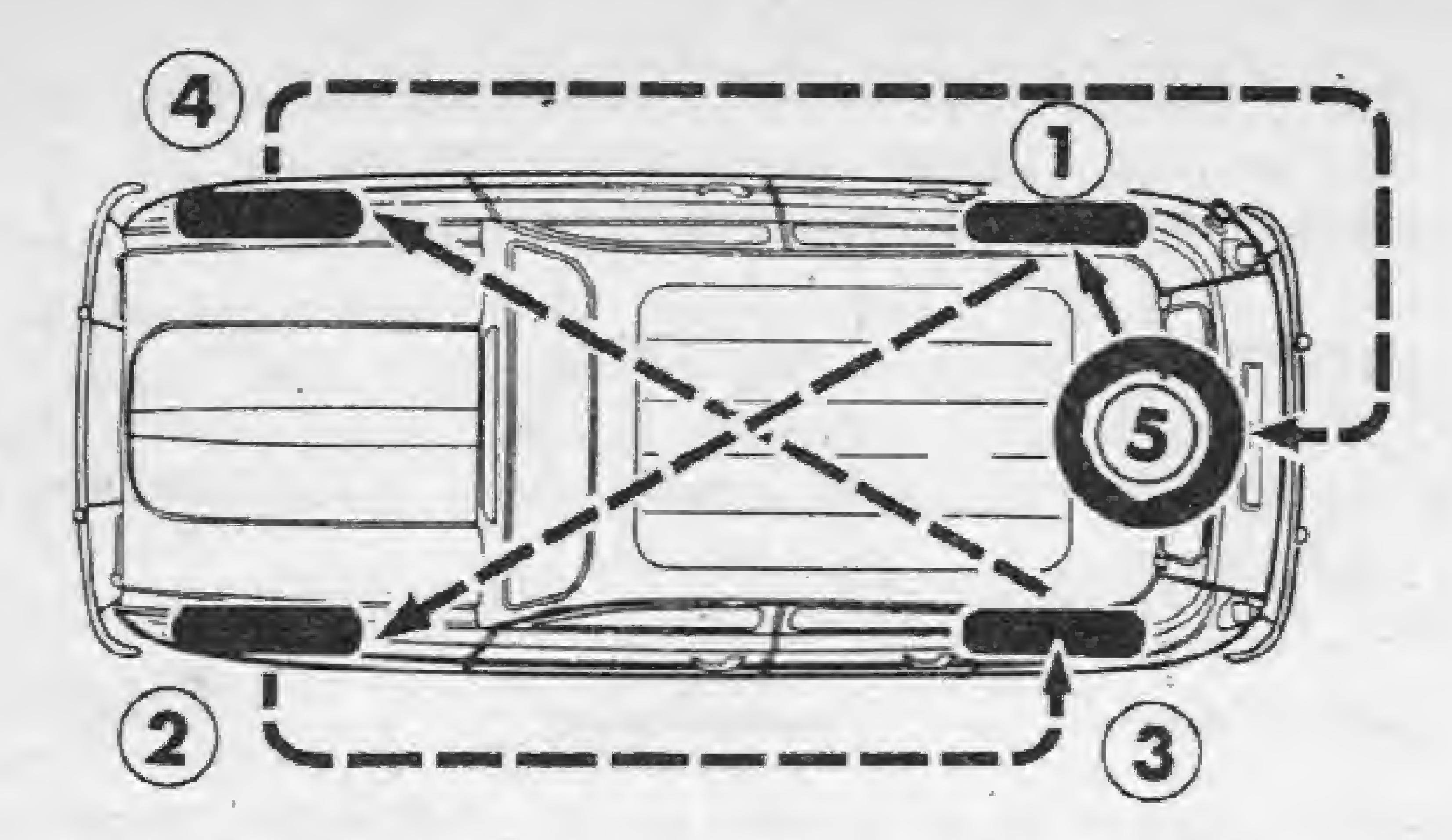


Fig. 13-7. Orden de rotación de las ruedas. Los números indican en que forma deben cambiarse para que el desgaste de los neumáticos sea uniforme. La rueda de repuesto (5) pasa a ocupar la (1) y ésta pasa al lugar de la (2), la cual se coloca en donde está la trasera (3), y ésta, la (3), pasa a reemplazar la delantera (4), quedando por lo tanto libre, colocándose en el lugar de la rueda de repuesto (5).

el rozamiento de la banda de rozamiento del neumático con el pavimento.

3. Efectuar la rotación de la posición de los neumáticos en las cuatro ruedas cada 10.000 km de recorrido del coche en la forma que se indica en la figura 13-7.
4. Verifique, al menos una vez cada mes, cuidadosamente, la superficie de rodadura y lateral de los neumáticos y observe si tienen cortaduras, clavos u otros objetos punzantes. Los clavos finos generalmente producen una pérdida de aire reducida pero constante, desinflando lentamente las cámaras. Si descubre un objeto punzante quizás, el mismo, tapa el agujero, por lo tanto si descubre uno esté listo para poder cambiar el neumático, o repararlo si tiene elementos para ello.
5. Tome las curvas a poca velocidad y evite las partidas del coche y sus paradas en forma acelerada y brusca.
6. Los tres puntos claves para que los neumáticos duren el máximo son:
   a) Cuidar que siempre tengan el inflado correcto.
   b) Hacer inspeccionar, y corregir si es necesario, la alineación de las ruedas en cuanto se observe que los neumáticos presentan un desgaste irregular, anormal.
   c) Efectuar la rotación periódica de las ruedas cada 10.000 kilómetros.

Montaje y recambio de las ruedas

El disco, o sea el armazón de la rueda, se fija al tambor de los frenos mediante varios pernos (tornillos prisioneros), de forma que con mucha facilidad el conjunto de la rueda, con su neumático, se fija al tambor. por medio de varios tornillos, lo cual permite cambiar una rueda por otra.

Cuando es necesario cambiar una rueda, generalmente por haberse pinchado, hay que levantar la correspondiente parte del coche mediante un "gato" que siempre viene con el equipo de herramientas del coche. Es necesario, previamente, frenar el coche con el freno de mano. Hecho esto, se procede a aflojar los tornillos de sujeción que unen el disco de la rueda con el tambor del freno. Entonces se saca la rueda y se reemplaza por otra (la de recambio) que siempre debe de revisarse de que esté en buenas condiciones, sin perder presión. Colocar con cuidado la nueva rueda (cuidando de no estropear el roscado de los tornillos), se colocan y aprietan las tuercas, luego se da una revisión general y la rueda de reemplazo queda totalmente colocada; se guarda la rueda pinchada y se hace arreglar, sin demora, en la primera oportunidad.

AVERIAS EN LAS RUEDAS Y NEUMATICOS

Las diversas anomalías del buen funcionamiento que pueden presentar se han reunido en cinco grupos, cuyas causas y fenómenos observados son los siguientes:

1. Los neumáticos delanteros se gastan en forma anormal

Causas que pueden producir este defecto

1. Los neumáticos tienen un inflado a presión insuficiente.
2. Convergencia inadecuada de las ruedas delanteras.
3. Bamboleo de los neumáticos en más de 3 mm, debido a:
   a) Los neumáticos han sido mal montados: revisarlos.
   b) La llanta no sujeta bien los neumáticos: verlo.
   c) Ruedas torcidas, forzadas o mal montadas.

4. Curvatura inadecuada de las ruedas delanteras: comprobarlo.
5. Excesivo uso de los frenos: controlarse.
6. Arrastre de los frenos delanteros: observarlo.
7. Tambores excéntricos de las ruedas delanteras.
8. Los neumáticos tienen excentricidad mayor de 1,5 mm.
9. El grupo de la rueda delantera (tambor, etc.) desequilibrado.

2. **Las ruedas delanteras producen ruidos**

Causas que pueden ocasionar esta anomalía

1. Los ruidos de las ruedas pueden ser producidos por:
   a) Los cojinetes están flojos o mal ajustados: comprobar.
   b) Cojinetes rotos, rayados o algo engranados: revisarlos.
   c) Los tambores de los frenos están flojos: ajustarlos.
   d) Las zapatas de los frenos tienen poco apretados los tornillos.
   e) Tapacubo o resorte de retención roto o flojo: verlo.
2. Las ruedas chirrian, pudiendo ser por:
   a) Las tuercas de retención de los neumáticos, flojas.
   b) Los tambores de los frenos se mueven algo: revisar.
   c) Los cojinetes de las ruedas están mal lubricados.
   d) Los cojinetes están muy apretados, rotos o picados.
3. Rotura de la cubierta, o la banda de rodaje reparada.
4. Neumáticos algo desinflados, objeto clavado en la banda.

3. **Los cojinetes de las ruedas delanteras se calientan mucho**

Causas que pueden originar este defecto

1. Poca lubricación o de clase inadecuada: comprobarlo.
2. Cojinetes muy apretados, rotos o picados: verificar.
3. Los frenos arrastran y calientan los tambores.

4. Cojinetes sucios: aceite reseco, arenillas, etc.
5. Cubo de la rueda excéntrico o fieltro del lubricante duro.

4. Los neumáticos traseros se gastan en forma anormal, prematura

Causas que pueden ocasionar esta avería

1. Los neumáticos están algo desinflados: comprobar la presión.
2. Las ruedas traseras están desalineadas, pudiendo ser debido a:
   a) El cárter del eje trasero está torcido, o roto: verlo.
   b) El perno central de las ballestas, roto: comprobarlo.
   c) La hoja maestra del eje trasero se ha roto: verlo.
   d) Las ballestas traseras no son del tipo adecuado: comprobar.
   e) La parte posterior del chasis está torcida, o rota: ver.
3. Las ruedas traseras están torcidas o bambolean, a causa de:
   a) Tuercas de fijación del neumático a la llanta, flojas.
   b) Deformación de la llanta, o de la rueda en su conjunto.
   c) El eje trasero está torcido, o forzado en su lugar.
   d) La rueda trasera está floja en su eje: comprobarlo.
   e) El cubo de las ruedas traseras no ajusta bien en el eje.
4. Uso innecesario y demasiado violento de los frenos: evitar.
5. Exceso de velocidad del coche, especialmente en las curvas.
6. La banda de rodamiento no es concéntrica con la rueda.
7. El conjunto de toda la rueda no está bien equilibrado.

5. Las ruedas traseras y sus cojinetes producen ruidos

Causas que pueden producir este defecto

1. El ruido de las ruedas traseras puede ser producido por:
   a) Rueda floja en el cono del eje: mal ajuste, o tuerca floja.

b) Chaveta, o su ranura, del eje trasero, muy gastada: verlo.

c) Tuercas del tambor y del cubo de rueda, flojas: revisar.

d) Obstrucción entre las zapatas y el tambor: revisarlo.

2. El ruido de los cojinetes de las ruedas traseras es debido a:

a) Lubricación mala, insuficiente, o inadecuada: comprobar.

b) Los cojinetes de las ruedas en mal estado: revisarlos.

c) Cojinetes de rueda mal ajustados: exceso de juego axial.

3. Mal estado de la banda de rodaje.

Capítulo XIV

ACCESORIOS MODERNOS

Son muy diversos los equipos y accesorios que pueden tener instalados los coches de serie, desde los más sencillos a los más complejos, según sea la categoría de los modelos y las series que van apareciendo.

Los fabricantes siempre procuran reunir el máximo de comodidades y confort a un precio que sea competitivo con los coches similares de otras marcas.

Entre los diversos accesorios, dispositivos y equipos que pueden tener los automóviles modernos vamos a describir solamente los principales, que no siempre vienen ya instalados en el coche que se adquiere, en cuyo caso hay que hacerlos colocar por cuenta propia.

1. Receptores de radio

Actualmente, los radiorreceptores instalados en los automóviles funcionan con transistores, habiéndose eliminado totalmente los aparatos que funcionan con válvulas electrónicas; gracias a esto se han obtenido las ventajas siguientes:

a) Menos consumo de electricidad y, por consiguiente, menor descarga de la batería.

b) Aparatos de dimensiones mucho más reducidas.

c) Funcionamiento más seguro por ser las válvulas muy sensibles a las vibraciones, lo cual no afecta a los transistores.

d) Los receptores a transistores casi nunca se descomponen.
e) Mayor duración pues los transistores no tienen desgaste.
f) Siendo muy caras las válvulas y baratos los transistores estos nuevos aparatos son más económicos que los antiguos.

Asimismo, los receptores modernos están construidos con circuitos integrados lo cual simplifica su construcción a tal punto que todo queda reducido a instalar una plaquita en la que están colocados los elementos del receptor (resistores, capacitores, etc.), con lo cual se obtienen las siguientes ventajas:

a) Enorme abaratamiento del aparato receptor.
b) Dimensiones muy reducidas, casi increíbles, de los aparatos.
c) Supresión casi total de ruidos por estar todos los elementos firmemente sujetos, sin tuercas, soldaduras, etc.
d) Menos probabilidades de averías, tan frecuentes en los aparatos de válvulas electrónicas.

En ciertos casos hasta se instalan en los coches aparatos que permiten la recepción de programas trasmitidos en frecuencia modulada y sonido estereofónico.

Parlantes

Es muy frecuente la instalación de un solo parlante, del tipo común en el tablero de instrumentos, o bien, contenido en el mismo aparato receptor. En cambio, en coches de ya cierta categoría, se instalan uno o dos parlantes detrás de los asientos posteriores, que son comandados por un control que permite regular la intensidad sonora y hasta la tonalidad de ambos parlantes.

Antenas

Las primeras antenas de los autos se colocaban en su interior, debajo del techo, que en aquella época, eran de fibrocemento. Luego aparecieron las antenas telescópicas (enchufables), que se siguen empleando universalmente, hasta que ahora han aparecido las antenas "estratificadas" colocadas en el parabrisas que, por ahora, es la última palabra en la técnica de las antenas para automóviles.

Estas antenas, que empiezan a instalarse en los últimos modelos de coches fabricados en Europa y Estados Unidos, consisten en dos hilos colocados en el parabrisas especial, formado por

dos láminas de vidrio inastillable, entre las cuales se coloca una delgadísima lámina de material plástico incoloro, en la cual se halla incrustada la antena, la cual se compone de dos hilos de plata, prácticamente invisibles por tener un diámetro del orden de una décima de milímetro. Estos filamentos están colocados verticalmente desde el centro del parabrisas, en su parte inferior, bifurcándose luego horizontalmente en la parte superior, tal como se representa en la figura 14-1

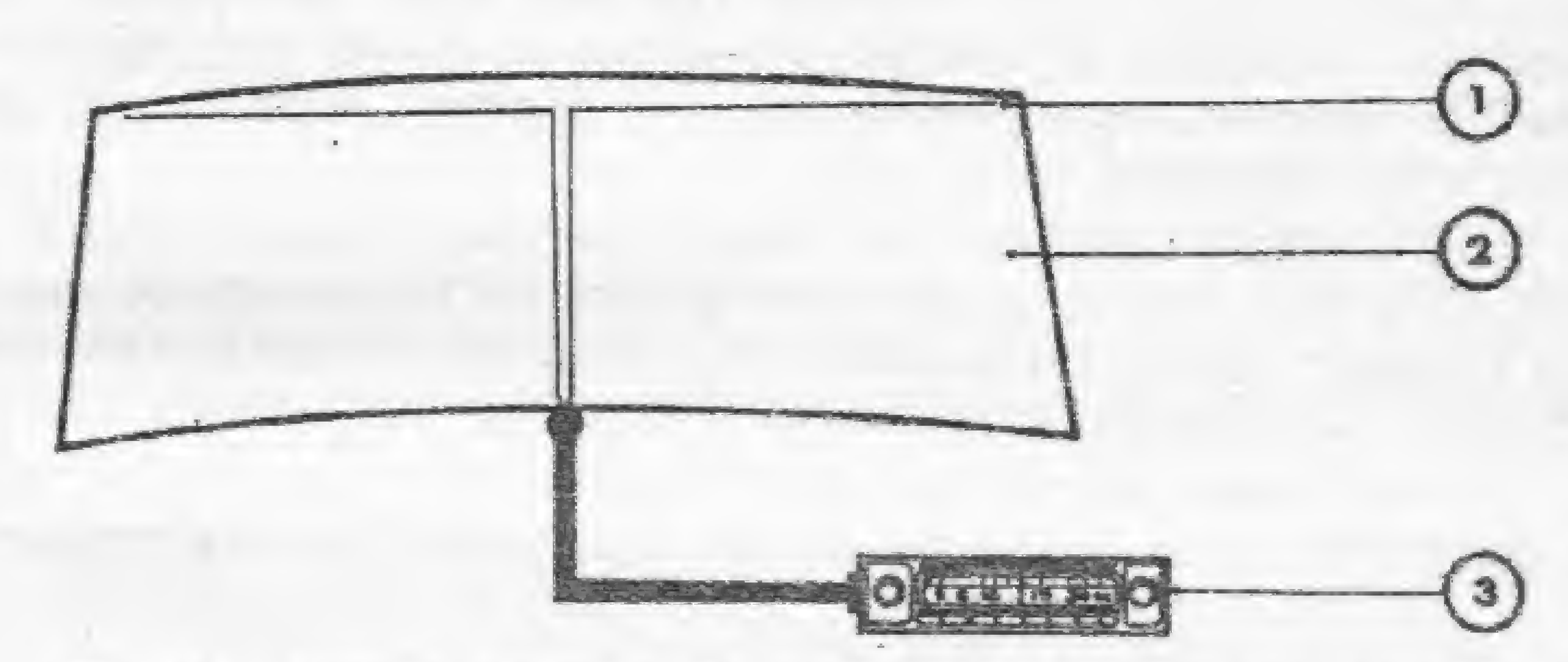


Fig. 14-1. Nuevos sistemas de antena utilizados en los automóviles. (1) Antena en T; (2) parabrisas estratificado; (3) radiorreceptor.

Las ventajas que tienen estas antenas sobre las telescópicas son las siguientes:

a) No hay posibilidad de robarlas.

b) Su conexión es muy sencilla, evitándose las perforaciones en la chapistería del coche para el paso de los cables, instalación de la antena, etc.

c) Duración ilimitada: hasta que se rompa el parabrisas.

d) Supresión de muchos ruidos y perturbaciones en la recepción por malos contactos de la antena telescópica, mal aislamiento, etc.

Auto-stereo, pasacintas

Se ha generalizado la instalación de estos aparatos en los coches para reproducir música grabada en cintas magnetofónicas (cassettes o magazines) que casi siempre son de sonido estereofónico, con dos parlantes, colocados en la parte posterior del coche. El aparato de radio y el pasacintas pueden ser separados pero en los modelos más recientes ambos aparatos están reuni-

dos en una sola unidad, lo cual facilita su instalación, ocupando así muy poco espacio.

2. **Aire acondicionado**

Los sistemas de aire acondicionado que se instalan en los automóviles tienen por finalidad realizar dos operaciones bien distintas: refrigerar el interior del coche haciendo así más agradable el viaje en tiempos calurosos y, además, disminuir el porcentaje de humedad.

Los equipos actualmente empleados permiten disminuir la temperatura de 8 a 12 grados centígrados en el interior del coche con respecto de la temperatura del exterior, obteniéndose este resultado marchando el coche a velocidades normales.

Los sistemas de refrigeración instalados en los automóviles se componen, esencialmente, de las siguientes partes principales.

Compresor

Tiene por objeto forzar la circulación del gas **freón**: lo aspira del evaporador y lo envía a presión y temperatura adecuada al condensador.

El compresor recibe la energía necesaria para su funcionamiento del motor del coche por medio de una correa trapezoidal colocada entre dos poleas, una colocada en el eje del motor y la otra en el eje del compresor. La polea colocada en el eje del motor puede girar libremente (en vacío) o girar juntamente con el eje, operación que se realiza mediante un embrague electromagnético (1) (fig. 14-2).

Condensador

Está colocado delante del radiador del agua del motor del coche. El aire que pasa con velocidad enfría el gas freón que circula por el serpentín, condensándolo (volviéndolo al estado líquido) siendo entonces enviado a presión (3) a través de una válvula que permite su entrada al depósito pero no su salida.

Depósito

Almacena el gas en estado líquido, a alta presión. Mediante un tubo de drenaje (5) el gas freón (licuado) se propaga hasta la válvula de expansión (6).

Válvula de expansión

Colocada a la entrada del evaporador (4), la válvula de expansión (6) cumple tres misiones bien distintas: a) reduce la presión; b) gobierna el caudal de freón; c) sirve de regulador del flujo del gas en el evaporador.

Dispositivo térmico

Está colocado en la misma salida del evaporador (4), unido a la válvula de expansión (6) por medio de un tubo de diámetro interno pequeñísimo (capilar) (7). Este tubo contiene freón, parte en estado líquido y parte en estado gaseoso, funcionando de la manera siguiente: toda variación de temperatura hará dilatar, o contraer, el gas freón, lo cual producirá un cambio en la presión del gas que actuará, con una fuerza proporcional, sobre la válvula de expansión (6), gobernándola.

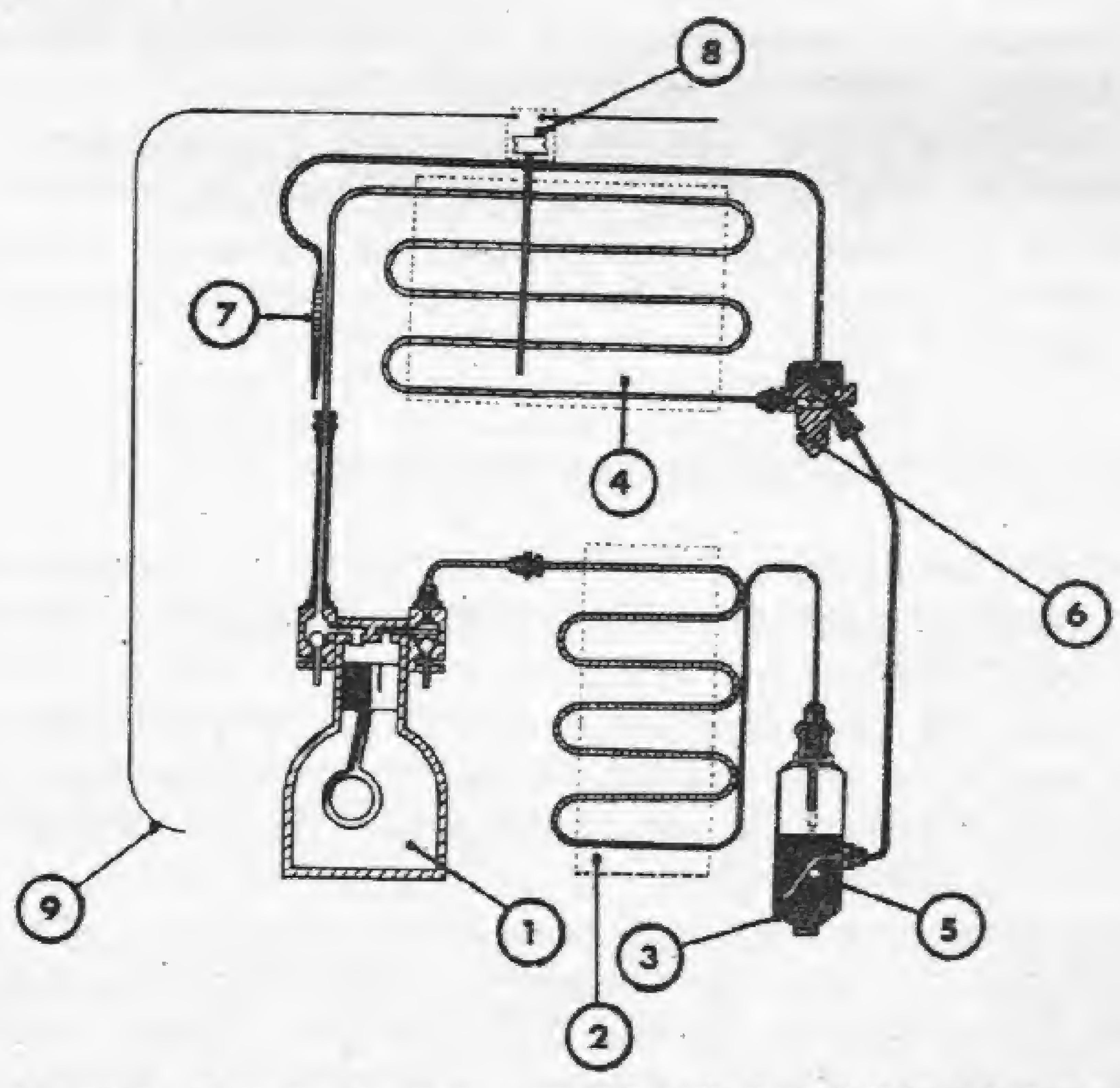


Fig. 14-2. Sistema de aire acondicionado instalado en los coches más modernos. Los números representan los siguientes elementos: (1) compresor; (2) condensador; (3) depósito; (4) evaporador; (5) tubo de drenaje; (6) válvula de expansión; (7) dispositivo térmico; (8) termostato; (9) conexión al embrague.

Evaporador

Cumple la importante misión de producir el cambio, del estado líquido al gaseoso, del freón. Esto se realiza absorbiendo calor de la corriente de aire que pasa a través del evaporador (4); corriente producida mediante un ventilador.

Termostato

Tiene por objeto controlar la temperatura. Consiste en un tubo capilar (8) muy sensible a la temperatura (similar a un termómetro) colocado en el evaporador (4).

En el tablero hay una perilla mediante la cual se regula el valor de la temperatura en el termostato. Pueden ocurrir dos casos, según que la temperatura en el evaporador sea mayor o menor que la graduación dada por la perilla.

a) Cuando la temperatura en el evaporador (4) es inferior a la que le corresponde la graduación de la perilla, el termostato (8) interrumpe el circuito eléctrico (9) del embrague, accionado eléctricamente, que es el que pone en acción la correa que hace funcionar el compresor, con lo cual se interrumpe todo el proceso de la refrigeración.

b) Si la temperatura en el evaporador aumenta, entonces se conecta el circuito del embrague eléctrico y vuelve a iniciarse el ciclo de refrigeración.

Funcionamiento del sistema de refrigeración

La figura 14-3 nos ayudará a comprender el proceso del sistema de refrigeración cuyos elementos principales hemos descrito anteriormente.

La base del funcionamiento radica en las propiedades que tiene el gas freón que cuando se evapora absorbe calor lo cual produce una disminución de la temperatura del recinto donde se produce la evaporación.

Este elemento refrigerante (gas freón) se envía a alta presión al evaporador (6) que, generalmente, está colocado debajo del panel de instrumentos. Es ahí, precisamente, donde el freón se evapora y pasa al estado gaseoso, enfriando los elementos que lo componen.

Veamos ahora cómo se produce la refrigeración del interior del coche.

Un ventilador eléctrico (1) aspira el aire caliente y húmedo haciéndolo pasar sobre las aletas del radiador del evaporador (6).

El aire caliente enfriado en esta forma pierde un gran porcentaje de su humedad, por condensarse, formando gotas de aire que se reúnen en un recipiente de donde, el agua así recogida es enviada afuera mediante un tubito de plástico.

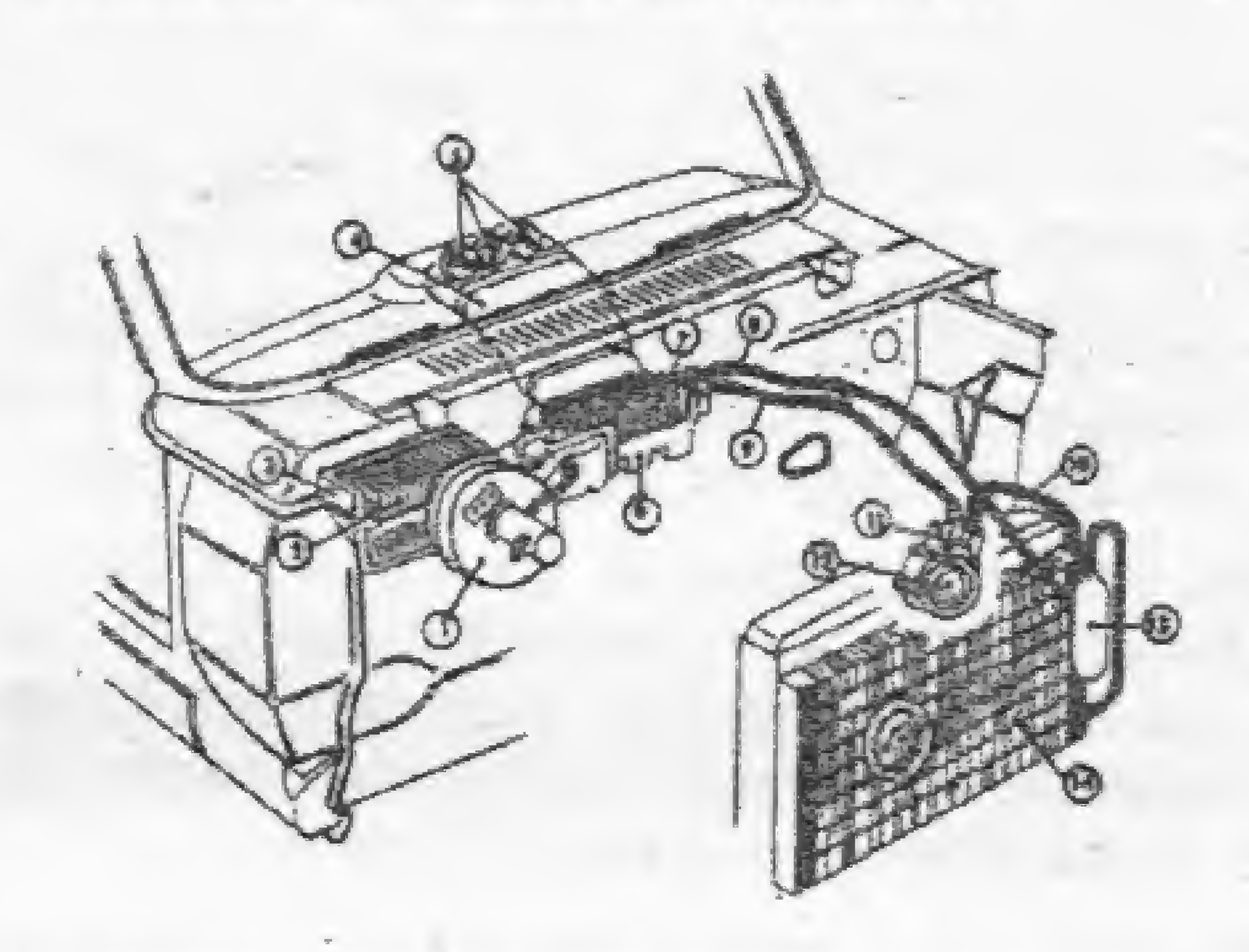


Fig. 14-3. Funcionamiento del sistema de refrigeración. (1) Ventilador eléctrico; (2) radiador del calefactor; (3) carcaza del calefactor; (4) conector de descarga de aire; (5) bocas calentables en el tablero; (6) cabeza del evaporador; (7) evaporador; (8) manguera que comunica el depósito con el evaporador; (9) manguera del depósito al compresor; (10) manguera del compresor al condensador; (11) compresor; (12) embrague electromagnético; (13) depósito; (14) condensador.

Una vez cumplido todo este proceso el aire es enviado nuevamente al interior del coche, fresco y sin humedad, por medio de un ventilador eléctrico (1).

Continuando el ciclo de la refrigeración, del evaporador (7) el freón sale en estado gaseoso siendo entonces aspirado por un compresor (11), accionado por el motor del vehículo.

Ahora bien, del compresor el freón sale con mayor temperatura y presión y así llega al condensador (14), que está situado precisamente delante del radiador del coche para cumplir mejor su cometido. Es evidente que al pasar a través del condensador el aire más frío del exterior absorberá calor del gas freón, volviéndolo al estado líquido. Como medida de precaución, por si pudiese haberse producido alguna partícula de humedad durante el proceso de condensación, el freón, ya en estado líquido, es filtrado.

Finalmente, en una válvula de expansión, el freón, en estado líquido, pierde presión, volviéndose a evaporar, con lo cual se reinicia otro ciclo de todo el proceso de refrigeración.

3. **Asientos**

Aunque parezca fuera de lugar, cabe destacar con atención especial los adelantos y modificaciones que se han efectuado en los asientos de los coches en estos últimos años.

En efecto, los fabricantes de automóviles ahora procuran que tanto el conductor como los pasajeros disfruten del máximo confort posible, para lo cual se han realizado profundos estudios fisiológicos, anatómicos y hasta antropométricos (estudio de las proporciones y medidas del cuerpo humano).

Como resultado de estos estudios y experiencias ahora se producen asientos tan adaptables que el conductor efectúa con el mínimo esfuerzo y fatiga todos los comandos fundamentales: volante, pedales, cambios de marchas, etc., a la vez que siendo ahora los asientos mullidos, todos los ocupantes del coche sienten un gran placer en el viaje.

Entre los diversos accesorios que poseen los asientos de muchos coches mencionamos los siguientes:

Regulación longitudinal

Permite acercar o alejar el asiento del volante y de los pedales, adaptando así la posición del conductor según sea su altura.

Regulación de la altura del asiento

Algunos coches pueden graduar la altura de los asientos, especialmente el del conductor, adaptándose así mejor su cuerpo al manejo de los diversos mecanismos de mando.

Inclinación del respaldo

Mediante un mecanismo reclinable puede graduarse la posición del respaldo para que el conductor encuentre la mejor posición para manejar.

Este procedimiento de variar la inclinación de los respaldos se utiliza también para llegar a obtener la posición horizontal, solución ésta que se emplea en algunos coches para rebatir los

asientos traseros, horizontalmente, y obtener de esta forma una especie de litera.

Apoyabrazos

Los pasajeros sienten una gran comodidad si pueden apoyar los brazos durante el viaje. Estos apoyabrazos están colocados en las puertas, habiendo coches que hasta tienen instalados entre los dos asientos, delanteros y traseros, siendo rebatibles casi siempre.

4. Cinturones de seguridad y apoyacabezas

Los cinturones de seguridad tienen las ventajas siguientes tanto para el conductor como para los pasajeros.

a) El conductor manteniendo siempre su cuerpo en una posición correcta se fatiga menos manejando, especialmente en viajes largos.
b) Mantiene a los pasajeros en sus lugares reduciendo el efecto de un desplazamiento brusco en caso de una colisión del coche.
c) Psicológicamente, los pasajeros se sienten más seguros.

Entre los diversos modelos de cinturones de seguridad mencionamos los siguientes:

a) Subdominal o de cintura (fig. 14-4). Es el tipo más usado, estando fijado al piso del coche sus dos extremos.
b) De bandolera (fig. 14-5). Este cinturón cruza el cuerpo y está fijado al piso del coche y al armazón.
c) Tipo combinado (fig. 14-6). Combina los dos modelos anteriores y tiene tres puntos de fijación.
d) Cinturón arnés (fig. 14-7). Es el más empleado en coches de competición.

Los cinturones de seguridad y los apoyacabezas, combinados, son los elementos que más pueden contribuir a que no se produzcan efectos fatales en casos de colisión, especialmente si es frontal o en el caso que el coche sea chocado desde atrás por otro auto que venga a gran velocidad.

a) *Choque frontal*

Los cinturones de seguridad evitan que los ocupantes del coche sean proyectados de golpe contra el parabrisas cuyo resul-

DIVERSOS TIPOS DE CINTURONES DE SEGURIDAD

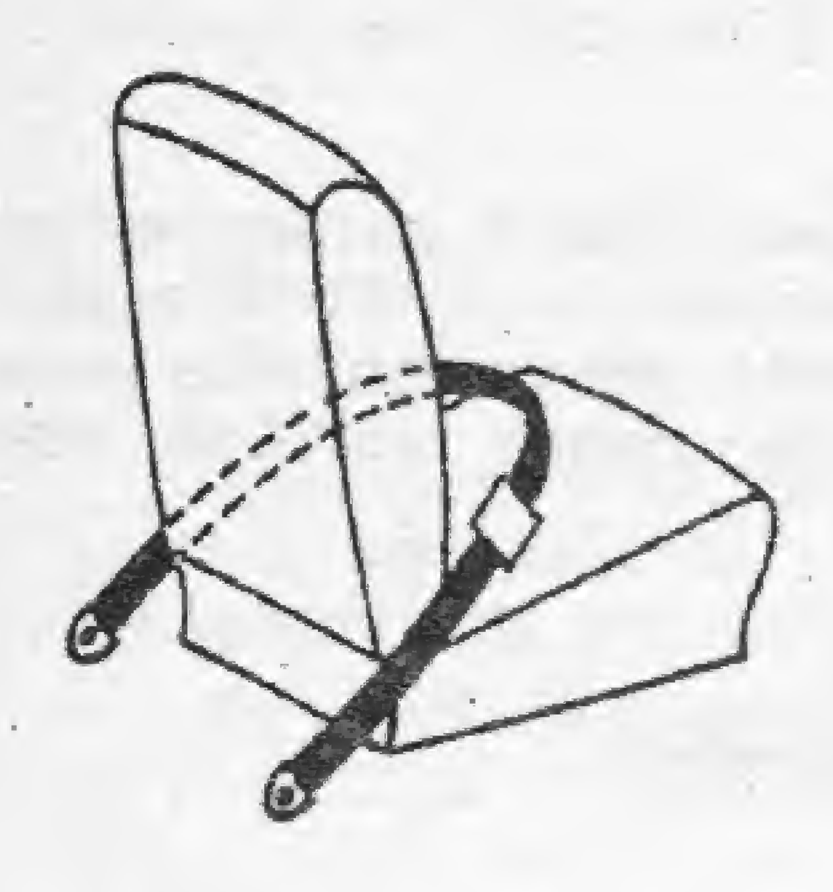


Fig. 14-4. Subdominal, o de cintura, fijados sus extremos al piso del coche. Es el tipo de cinturón más utilizado.

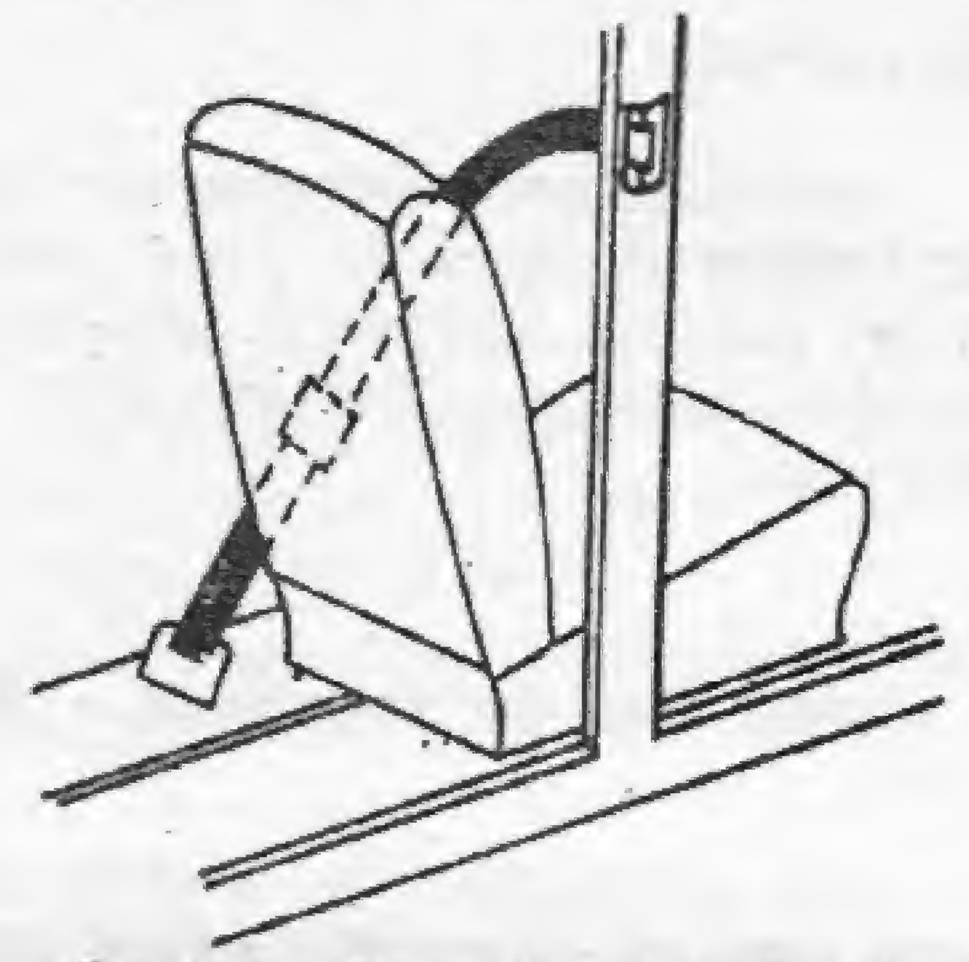
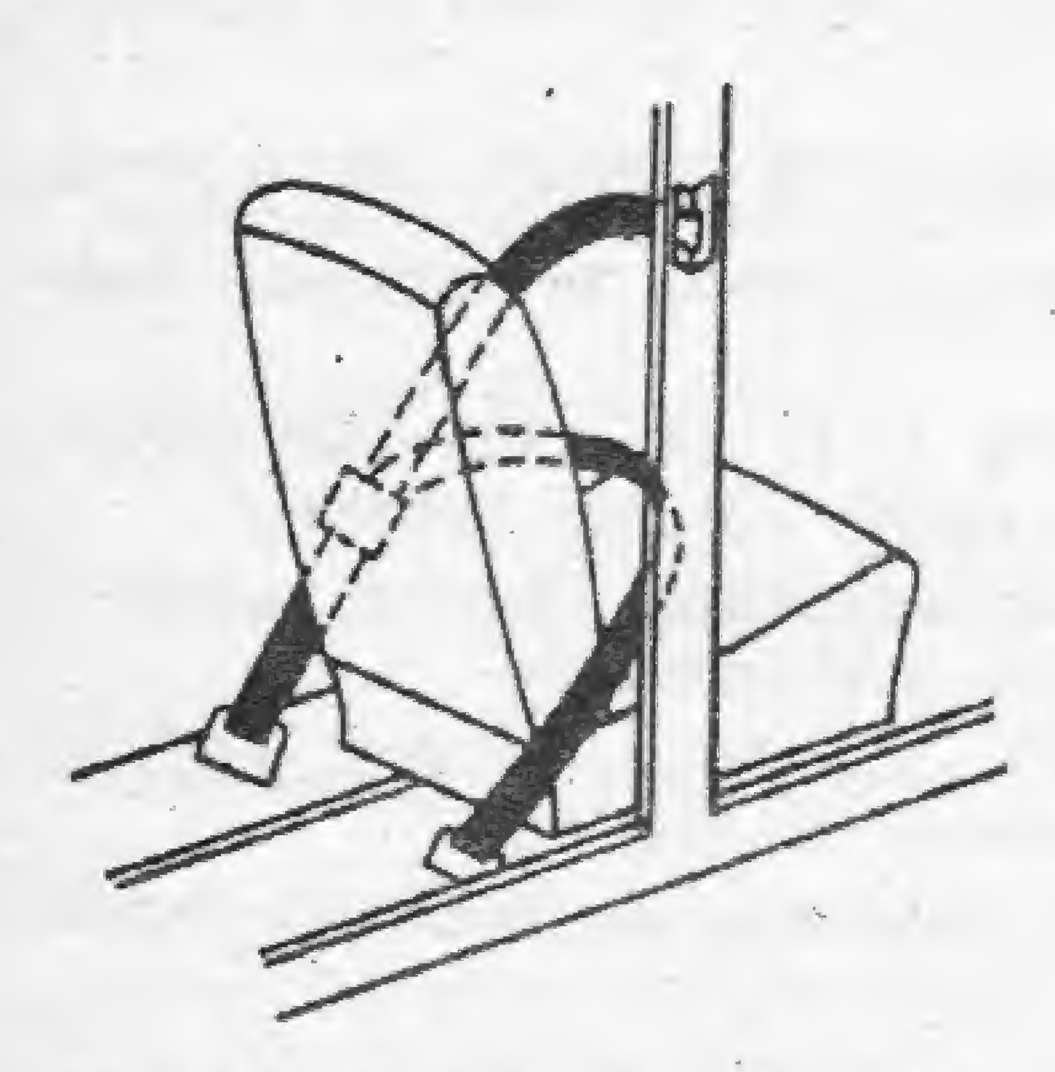


Fig. 14-5. Tipo de cinturón denominado de bandolera



Fifg. 14-6. Tipo de cinturón combinado: abdominal y bandolera.

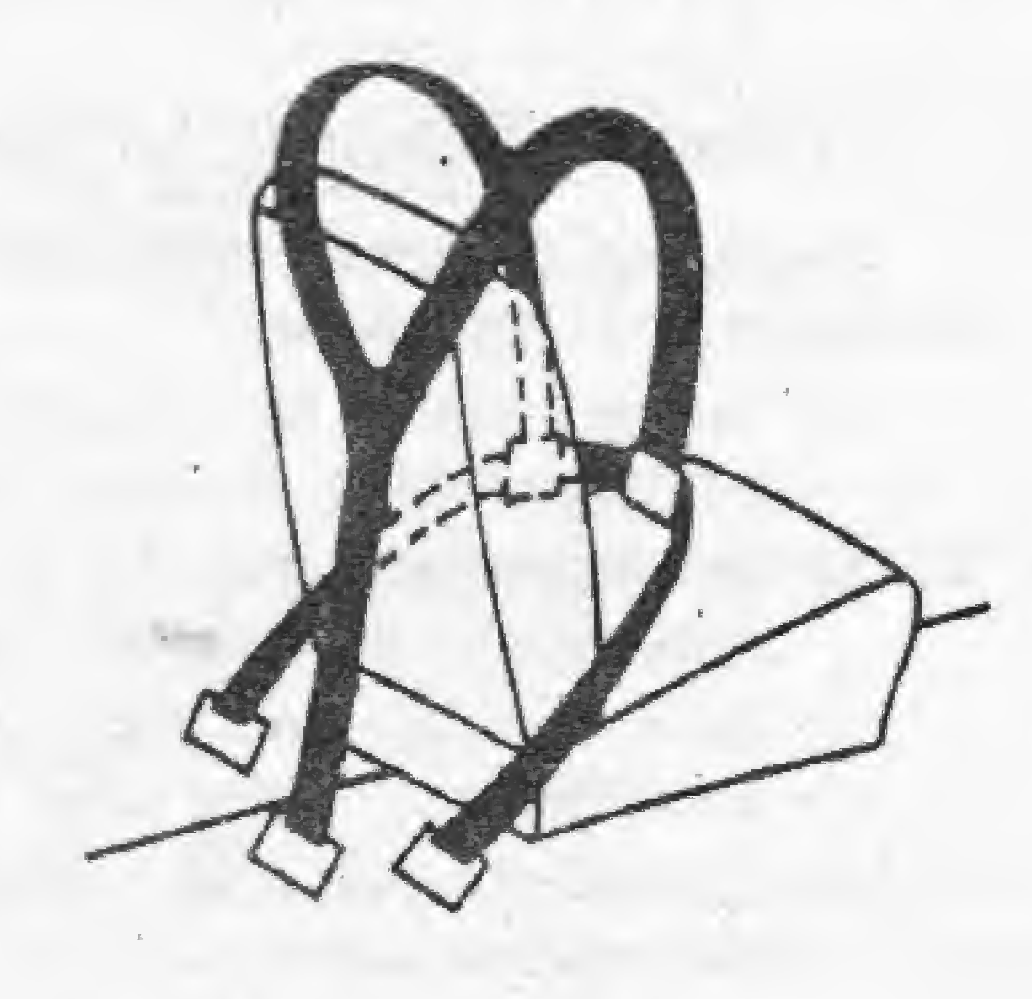


Fig. 14-7. Este es el tipo de cinturón de seguridad más completo. Es el utilizado en los coches de competición, estando formado por un arnés que ofrece la máxima seguridad al conductor.

tado es, en el mejor de los casos, la producción de heridas muy graves.

Actualmente se están perfeccionando varios dispositivos para evitar, o al menos reducir, los efectos que pueden sufrir los pasajeros en el caso de chocar el coche frontalmente. Un sistema que promete tener éxito es el indicado en la figura 14-8, que consiste en disponer diversas bolsas inflables colocadas debajo del tablero de instrumentos y detrás de los asientos delanteros. Un depósito de aire comprimido infla, instantáneamente, estas bolsas en caso de una colisión frontal, evitándose gracias a ello que las personas sean enviadas contra el parabrisas y el tablero, empujando los asientos delanteros.

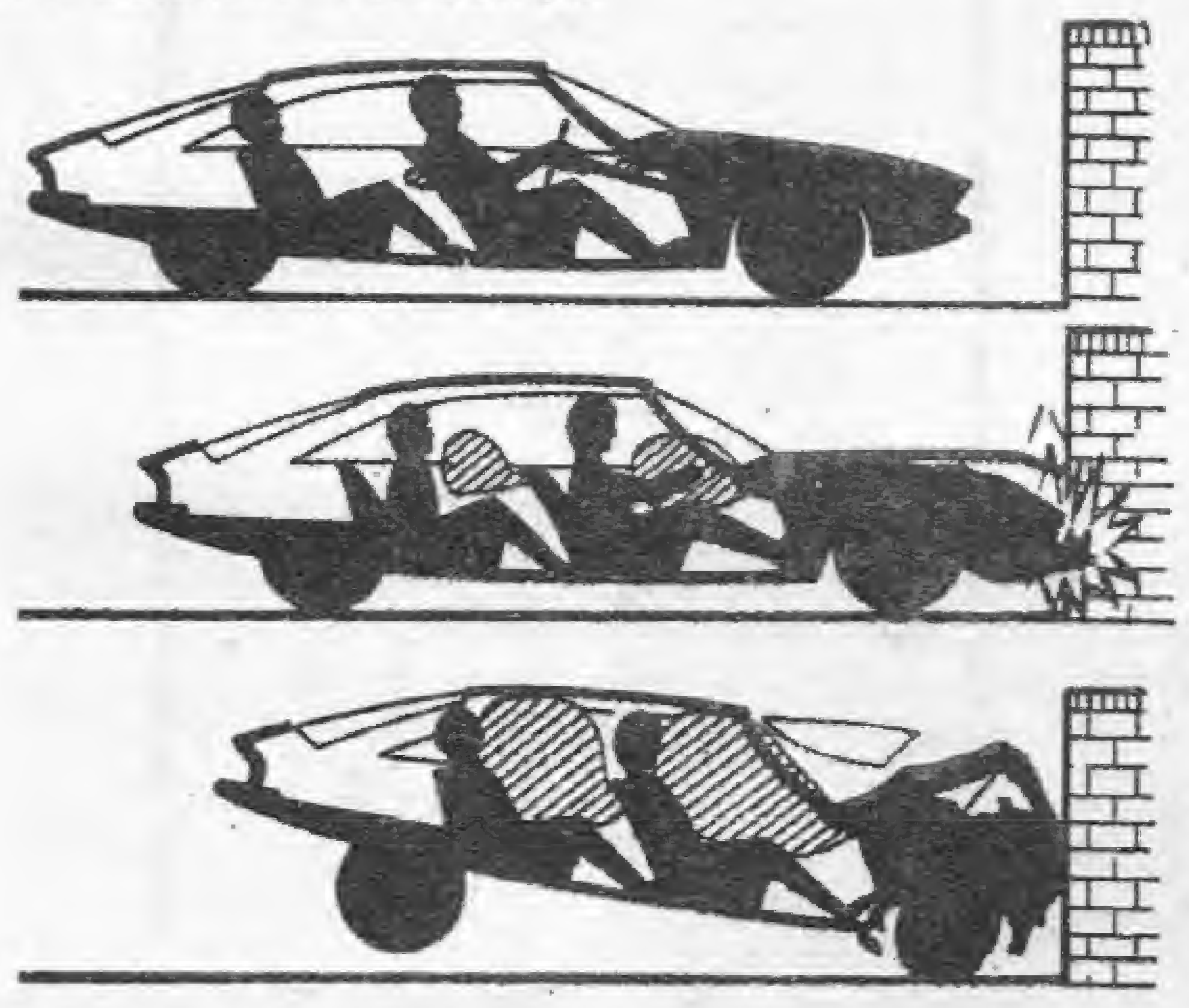


Fig. 14-8. Lo más moderno en dispositivos para evitar los efectos de los choques frontales, mediante bolsas inflables.
Primera secuencia: el coche va a producir un choque frontal.
Segunda secuencia: momento de producirse el choque e inflado instantáneo de las bolsas protectoras con aire comprimido.
Tercera secuencia: el coche se detiene y los pasajeros, detenidos por la acción de las bolsas, se mantienen en sus asientos sin ser despedidos hacia adelante contra el parabrisas.

b) *Choque desde atrás*

Es en este caso cuando el apoyacabezas tiene toda su aplicación.

En efecto, si el coche es chocado violentamente desde atrás por otro coche que venga a gran velocidad, el conductor y los

pasajeros que vayan delante pueden sufrir un accidente fatal debido a que teniendo el cuerpo apoyado por la espalda contra el respaldo, la cabeza, que es muy pesada, está en el aire, sin apoyo alguno, al recibir el impacto, lo más probable es que sufra una

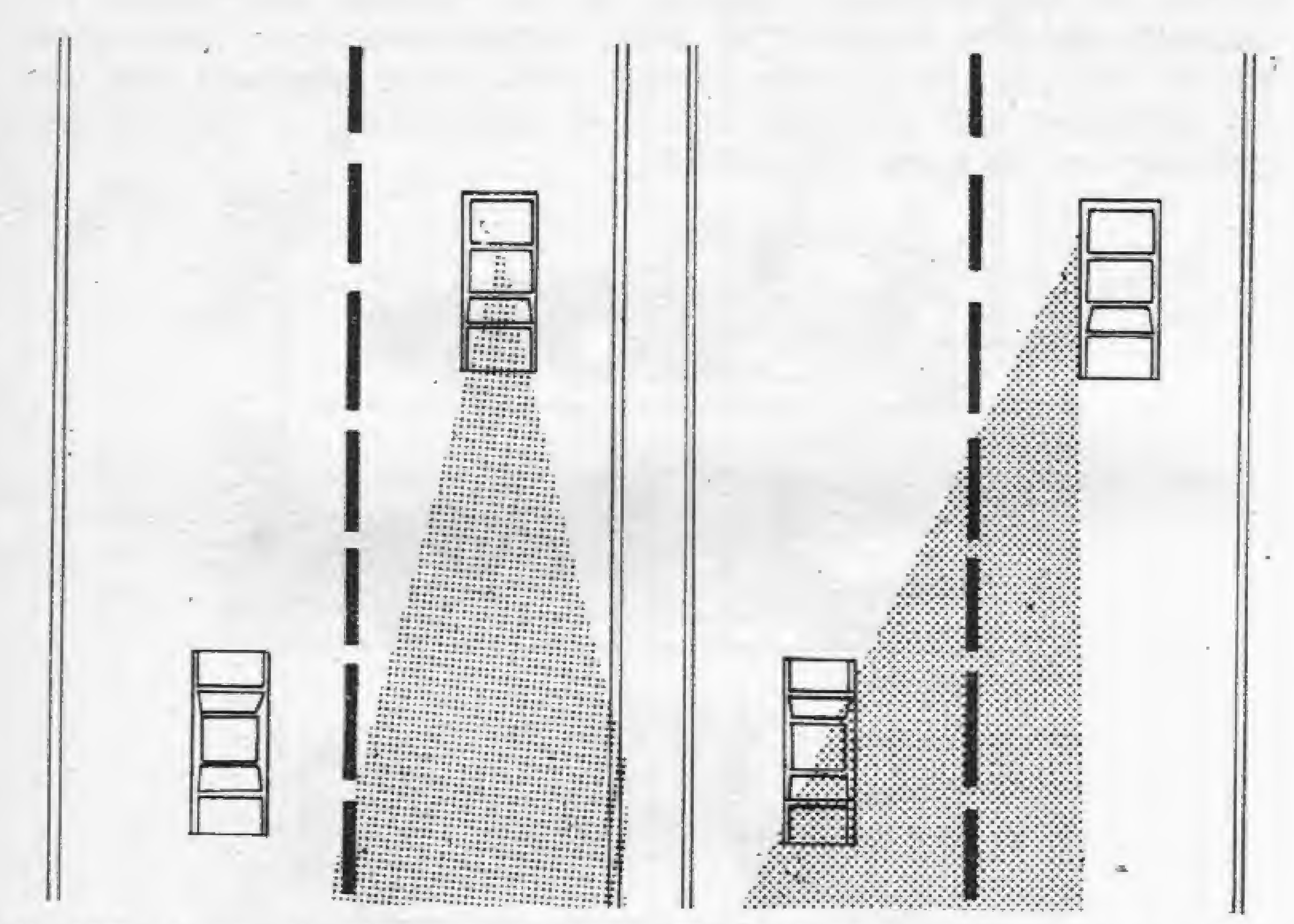


Fig. 14-9. Campo de visión muy limitado detrás del coche. El espejo tipo día-noche evita el deslumbramiento.

Fig. 14-10. El espejo retrovisor externo da más seguridad al conductor en las maniobras.

fractura en la base del cráneo que puede constituir una verdadera decapitación.

El uso de balizas luminosas son absolutamente indispensables en estos casos de detención de los vehículos, de noche, en caso de haber sufrido alguna avería que obliga la parada del coche, siendo la más común algún neumático pinchado.

5. **Espejos retrovisores**

El tránsito actual, tanto en las ciudades como en las rutas, exigen del conductor una atención permanente, sin la menor distracción, para lo cual es indispensable que tenga una visión com-

pleta de la situación de los vehículos que se desplazan a su alrededor, delante y atrás, así como en los lados. El conductor tiene que tener una visibilidad completa, lo cual se consigue por medio de espejos retrovisores, los cuales pueden ser internos y externos.

a) *Espejo retrovisor interno*

Este es el tipo de espejo generalmente utilizado en los coches de serie. La visibilidad que puede proporcionar queda limitada al ára central posterior del vehículo (fig. 14-9), comprendida entre los parantes y las dimensiones del espejo retrovisor, o sea, un campo de visión limitado. Los siguientes perfeccionamientos son muy importantes.

Espejo retrovisor día y noche

Este sistema de espejo retrovisor tiene dos posiciones, una normal, que se utiliza durante el día y, además posee un dispositivo antideslumbrante, empleado durante la noche, el cual evita que el haz de luz de los faros de los coches que vienen detrás, en el mismo sentido, deslumbren al conductor, evitando el encandilamiento y posibles choques contra otros coches situados delante, no visibles por estar deslumbrado el conductor.

b) *Espejo retrovisor externo*

Tanto cuando se efectúan maniobras como al querer avanzar a otros coches es muy importante tener un área de visibilidad lateral bien amplia (fig. 14-10), gracias a lo cual se evitan muchos accidentes.

Según sea el tipo de espejo empleado, pueden instalarse sobre las puertas o los guardabarros delanteros.

De estos espejos exteriores hay de distintos sistemas, ya sea con comando simple y directo o bien con comando remoto en cuyo último caso puede efectuarse la regulación del espejo desde el interior del coche.

6. **Cristales**

Siempre con la idea de ofrecer el máximo de seguridad a los pasajeros de un vehículo en el caso de sufrir un choque, ya

sea lateral o frontal, los cristales han merecido últimamente un estudio muy profundo desde los dos puntos siguientes:

a) Mantenimiento de visibilidad, aún en caso de rotura.

b) Los riesgos de los viajeros del coche.

Los estudios se han especializado en el parabrisas, así como en los cristales laterales y la luneta trasera, habiéndose adoptado dos técnicas distintas, la del vidrio templado y el vidrio laminado para los parabrisas y vidrios tratados térmicamente para los cristales laterales.

Parabrisas

La utilización del vidrio templado ha seguido una técnica que se ha desarrollado en las tres etapas siguientes:

- **Securit**, que es la fórmula más antigua en parabrisas de seguridad. En caso de rotura el parabrisas se fracciona totalmente, en trocitos pequeños, sin ofrecer ninguna zona de visibilidad especial. La figura 14-11, indica el resultado obtenido.

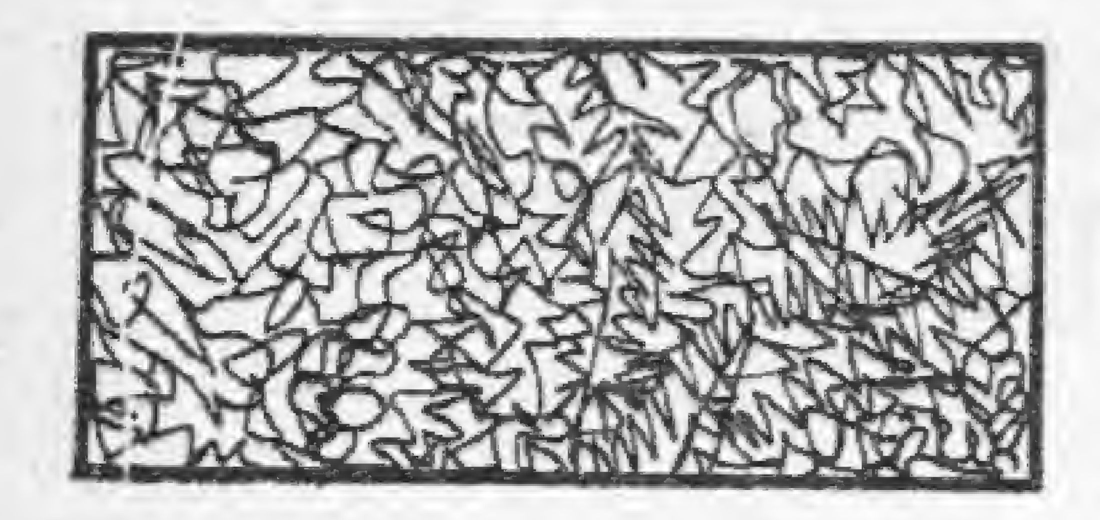


Fig. 14-11. Tipo de cristal **Securit** y cómo queda, astillado, por el efecto de un choque.

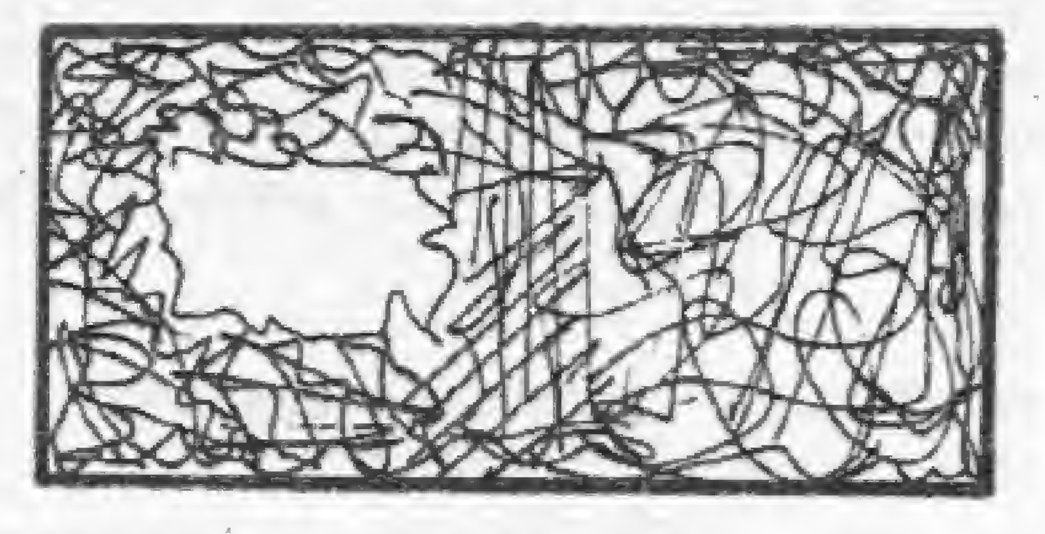


Fig. 14-12. Cristal **Visurit**, aspecto de su fragmentación y el recuadro visual que se forma.

- **Visurit**, caracterizado por formar ventanilla (fig. 14-12).
- **Bisecurit**, se forma una barrera de astillado, quedando una parte del parabrisas sin romperse, con separación vertical. La parte no astillada puede representar un peligro por tener una superficie relativamente grande (fig. 14-13).
- **Luxerit**. Fórmula de temple diferenciado. En caso de choque el parabrisas se fragmenta en la siguiente forma:

a) En pequeños fragmentos en el contorno, como en el Securit.

b) En trozos mayores en la zona central, siendo estos trozos lo suficientemente grandes para poder propor-

cionar una zona suficientemente buena de visibilidad a la vez que son demasiado pequeños para que puedan ocasionar heridas y cortes graves. La figura 14-14 representa este caso.

Vidrio laminado

Las técnicas que utilizan esta clase de vidrios están basadas en los tipos denominados Estratificado - Triplex.

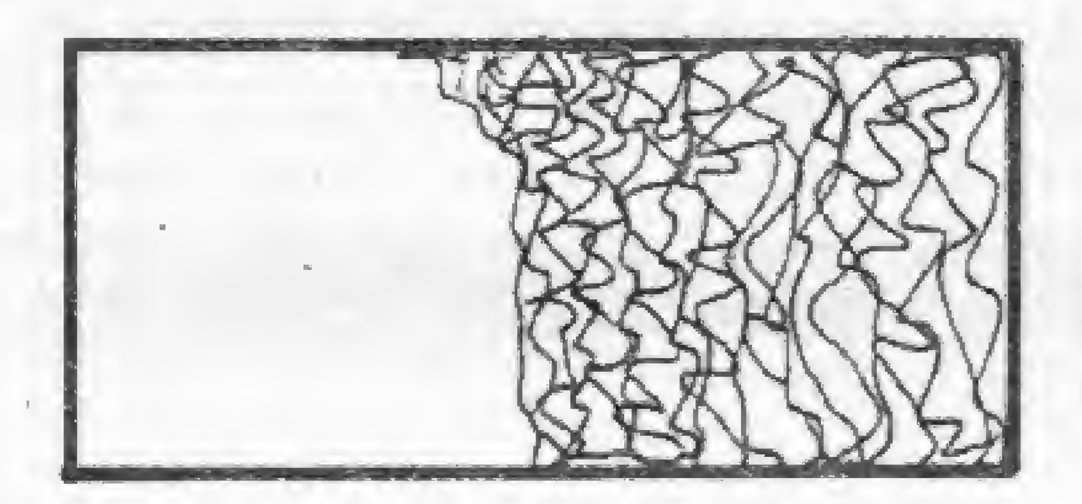


Fig. 14-13. Cristal tipo **Bisecurit** y forma de su astillado parcial una vez roto por la acción de un choque.

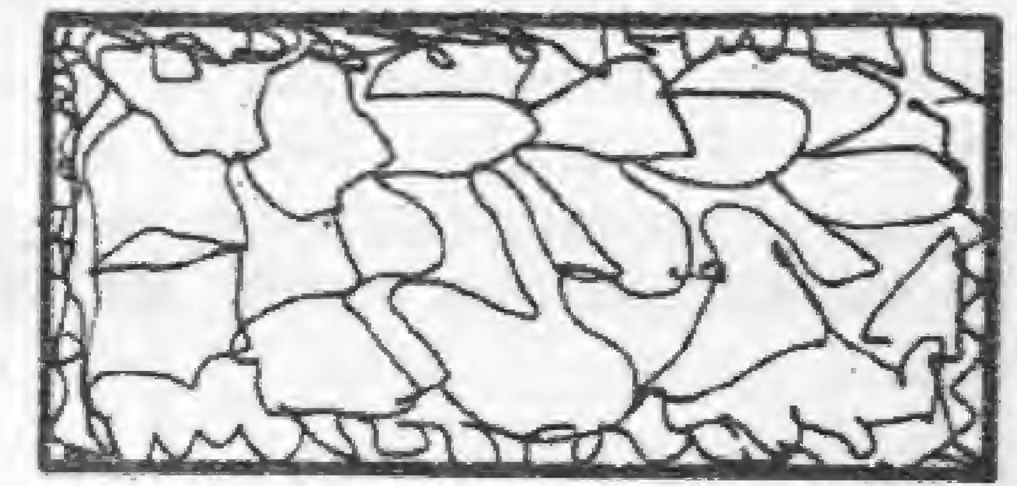


Fig. 14-14. Tipo de cristal **Luxerit** y forma peculiar de su fragmentación una vez roto.

Estos parabrisas están formados por dos placas de vidrio que se pegan a una lámina plástica muy transparente, interpuesta entre ambos vidrios. Si se produce un impacto que rompa el parabrisas los dos vidrios se agrietan como un cristal común pero sus fragmentos quedan pegados a la lámina plástica, no pudiendo ocasionar ningún daño.

Los vidrios laminados si bien es cierto que dan excelentes resultados, su costo elevado limita su utilización.

Cristales laterales y luneta trasera

Se fabrican con vidrios templados que, en caso de rotura, se rompen formando pequeños trocitos de vidrio que no poseen cantos vivos y por consiguiente, si es que producen alguna herida, no es importante.

Entre los perfeccionamientos que han recibido estos cristales merecen citarse los siguientes:

Luneta térmica

Su finalidad es desempeñar este vidrio de visión posterior cuando por efecto de la humedad y el frío lo cubre de una ligera

capa de neblina. Las lunetas térmicas poseen un filamento muy pequeño por el cual se hace pasar una corriente eléctrica que lo calienta y de esta forma se produce rápidamente una elevación de temperatura que desempaña la luneta.

Vidrios tonalizados

Estos vidrios producen distintos efectos y sirven también para dar al coche un realce de su presencia.

Generalmente los utilizan los coches equipados con aire acondicionado, disminuyendo el efecto de los rayos solares hacia el interior del coche. Según sea la tonalidad, evitan hasta cierto punto el encandilamiento que producen al conductor los faros de los coches que vienen de frente y desde atrás.

Capítulo XV

CONSERVACION DEL AUTOMOVIL

De la forma que se cuida un coche depende no sólo el número de años que puede prestar servicio, sino de la clase de este servicio. Puede afirmarse que un automóvil bien atendido dura el doble que otro de descuidado, o más todavía, sin fallas graves de su funcionamiento.

Las normas que se indican en este Capítulo tienen por objeto asegurar la máxima duración posible del coche y buen funcionamiento de sus equipos, eléctricos y mecánicos, lo mismo que de sus órganos complementarios.

1. Engrase y lubricación

El dinero más bien invertido en un automóvil es el que se gasta dando al motor una excelente lubricación, cambiando el aceite, de la mejor clase, a intervalos algo inferiores a los que se aconseja. Asimismo, el engrase de los diversos mecanismos y del chasis debe efectuarse con frecuencia, generosamente, con lo cual se asegura su buen funcionamiento y conservación: la caja del cambio de marchas y del diferencial deben tener siempre no sólo el nivel de aceite adecuado sino que tiene que estar en perfectas condiciones de viscosidad y limpieza necesaria. Ver Nota 1ª, al final de este capítulo.

Respecto al chasis, una observación importante. Cuidar que los engrasadores, que se les aplica el engrase a presión, sean limpiados previamente del barro y otras sustancias que obstruyen el orificio de entrada; si no se procede así, entonces se inyecta,

con la grasa, esas sustancias extrañas que al penetrar en las partes lubricadas, con el rozamiento, actúan como esmeril, destruyéndolas prematuramente, quedando, además, mal engrasadas.

2. Cuidado de los frenos

Deben ser revisados por personas competentes en cuanto se observe la menor tendencia a funcionar desequilibradamente alguna rueda, o cualquier otra deficiencia, lo cual suele ocurrir en el sistema de frenos con mando mecánico.

Con el mando hidráulico no ocurre el desequilibrio del frenado de las cuatro ruedas pero en los coches que no lo tienen (mando mecánico) al menor indicio de que una rueda frene más que otra, hay que restablecer el equilibrio del funcionamiento.

En los coches equipados con frenos a mando hidráulico conviene observar con frecuencia:

a) Que la tubería que conduce el líquido desde la bomba de compresión mandada por el pedal del freno hasta los expansores que separan las zapatas con el ferodo, se encuentren en perfectas condiciones.
b) Asegurarse que el líquido especial para los frenos esté a los ¾ de su nivel y, además, que el agujerito del tapón por el cual penetra aire, no esté obstruido, porque esto evitaría que el líquido descendiese a medida que se va necesitando.

La purga de aire es necesaria en los frenos a mando hidráulico cuando se observa que al apretar el pedal se produce un efecto de elasticidad, sin que actúen debidamente los frenos. Si viajando notase que hay burbujas de aire mezcladas con el líquido puede procederse de la forma siguiente:

a) Actuar unas 20 veces el pedal del freno. Esto pone en movimiento toda la masa líquida contenida en las tuberías y las burbujas de aire se desplazan al cuerpo de bomba accionado por el pedal.
b) Las burbujas ahí acumuladas pasan fácilmente al depósito de alimentación del líquido, escapándose entonces a la atmósfera.

3. Cuidado de la dirección

La alineación de las ruedas delanteras se debe hacer en cuanto se observe alguna anormalidad en que el coche siga el mando

del volante. Esto es debido a que los neumáticos reciben choques en sus bordes con piedras, golpes en los baches, etc., lo cual hace variar los ángulos de inclinación y convergencia del tren delantero cuyas consecuencias son:

a) Desgaste anormal de las articulaciones.
b) Manejo difícil de la dirección.
c) Desgaste prematuro de los neumáticos.
d) Inseguridad de la conducción del vehículo.

Al menos una vez al año es recomendable revisar todo el mecanismo de la dirección. Limpiar las rótulas de la barra delantera, los soportes, cojinetes, etc., así como el vis sinfín del árbol del volante, el dispositivo que hace desplazar (sector, tuerca, etc.) y, en conjunto, todas las piezas que componen el sistema.

En general, si observase que hay un juego excesivo entre la rotación del volante y el desplazamiento del sector, es necesario proceder a su ajuste, que debe ser efectuado por mecánicos especializados, lo mismo que el reglaje de los frenos, pues de ambos mecanismos depende la seguridad de viajar en un automóvil.

4. Cuidado del embrague

El pedal que acciona el acoplo entre el motor y el cambio de velocidades debe poder recorrer, en vacío, de 10 a 20 mm (según el coche) antes que actúe el mecanismo de embrague. Si se redujese este recorrido, o llegase a anularse, entonces el embrague tendería a patinar, gastando prematuramente el ferodo o los discos, según sea el tipo de embrague, por producirse un roce permanente innecesario.

Para evitar este inconveniente es necesario reajustar el tirante de mando del embrague; si una vez obtenido el debido ajuste se observase que no es suficiente, indica que el ferodo, o los discos, ya se han gastado y es necesario cambiarlos.

5. Cuidado del carburador

Después de las normas dadas en la obra "El Motor del Automóvil", donde se indican las averías que puede tener el car-

burador, ahora ampliaremos esas explicaciones para indicar cómo debe procederse para su regulación.

a) Se hace funcionar el motor a marcha lenta, aumentando su velocidad por medio del tornillo que hace variar la posición de la mariposa del carburador..

b) Mediante el tornillo de regulación del aire, se hace variar la riqueza de la mezcla hasta que se obtiene la marcha normal del motor, que sólo se consigue mediante una determinada posición de este tornillo.

Si se observase, cuando se viaja con el coche, que al dejar de presionar con el pie el pedal del acelerador el motor tuviese tendencia a quererse parar, entonces es necesario atornillar algo el primer tornillo, mencionado en a), con lo cual aumenta algo la velocidad del motor; como que penetra mayor cantidad de mezcla es necesario apretar también algo el tornillo indicado en b), para enriquecer la mezcla. Ver Nota 2ª.

Respecto a la limpieza del carburador, si se sabe bien cómo está construido puede desmontarse y proceder a su cuidadosa limpieza, dejando todas sus partes perfectamente limpias y secas. El carburador debe quedar como cuando salió de la fábrica; si no tiene esa habilidad manual, no intente desmontarlo, encargando su limpieza a un taller especializado.

6. Cuidado del distribuidor de alta tensión

Las superficies de contacto de los platinos deben estar bien limpias y planas, haciendo un perfecto contacto entre sí. En caso contrario debe emplearse una limita especial, sumamente delgada, con la que se limpiarán muy bien y con extrema precaución los dos contactos. Una vez limpiados, es necesario ajustar su distancia de separación, lo cual se consigue con el tornillo especial destinado a este efecto, apretándolo luego con su contratuerca: para ajustar esta distancia debe emplearse una laminita de acero calibrada. Nunca debe utilizarse tela esmeril para limpiar las superficies de los dos contactos.

7. Cuidado de las bujías

Cada 5.000 km de recorrido del coche saque las bujías, una a una, observando con una lupa si se ven señales de grietas, des-

gaste de los electrodos, o cualqueir otra anormalidad. Esta inspección debe hacerse después de haber sometido las bujías a su limpieza, lo cual se realiza en unas máquinas especiales que someten al extremo de la bujía donde hay los dos electrodos, a un intenso chorro de arena fina a alta presión, con lo cual se desprenden las incrustaciones carbonizadas de mezcla no quemada en los cilindros del motor que se adhieren en los electrodos de las bujías.

El cono de porcelana debe limpiarse con gasolina (nafta), no debiendo quedar ninguna traza de incrustaciones de carbón ni cualquier otra suciedad, lo mismo que en la base de la tuerca, el tornillo de conexión del cable de alta tensión, etc.

Una vez la bujía bien limpia entonces hay que probarla. Para ello se la coloca en un aparato que tiene la forma de una pequeña caja, con un vidrio, conectándose a una bobina, de forma que reciba la misma tensión que debe accionarla en el cilindro. Esta caja, bien cerrada, se llena con aire comprimido a unas 15 atmósferas y entonces se observa a través del vidrio cómo y qué clase de chispa se produce, pues en estas condiciones que debe funcionar la bujía en el motor. Esta prueba, llamada del salto de chispa, es la que revela las posibles fallas en la marcha del encendido, pues de nada sirve ver que una bujía hace saltar magníficas chispas en el aire si después, en la cámara de prueba, a presión, produce chispas pobres: si esto sucede hay que desechar esta bujía.

Los tres puntos fundamentales que deben tenerse en cuenta con las bujías son los siguientes:

a) Asegurarse que la distancia entre los dos electrodos sea la recomendada por el tipo de bujía utilizado.
b) Conservarlas bien limpias, sin que la porcelana esté rajada y de un buen salto de chispa a presión.
c) Tratarlas con mucho cuidado; nunca golpearlas.

8. Cuidado de los faros

Cuando se funde el filamento de alguna lámpara, o se ensucian las partes internas por haber entrado tierra, es necesario abrir el faro y proceder con todo cuidado.

Los faros se abren casi siempre mediante un tornillo colocado en la parte inferior, abriéndose entonces la tapa, quedando al descubierto todo el interior. Si lo que ha motivado la apertura es la sustitución de una lámpara, se la cambia por otra nue-

va, de las mismas características y tipo que la quemada, procediendo acto seguido a cerrarlo, cuidando de no tocar con los dedos la superficie cromada, porque casi siempre se estropea.

9. Cuidado de los resortes

El sistema de suspensión debe revisarse en cuanto se perciba algún síntoma anormal. Las ballestas deben de poderse deslizar suavemente unas sobre otras facilitando su elasticidad y evitar el chirrido que se produce cuando están resecas sus superficies de contacto, u oxidadas. Deben de separarse mediante una pequeña barreta terminada en forma de uña y aplicarles una grasa grafitada especial destinada a este efecto, o bien, inyectarles (una vez separadas algo) un aceite adecuado. Una vez bien lubricadas conviene cubrirlas con una tira de lona, envolviéndolas en forma de venda, para evitar que conserven el engrase y, además, para que no se adhiera el polvo.

Aprovechar esta circunstancia para revisar y engrasar las abrazaderas de sujeción, aflojándolas previamente un poco para que el engrase se realice mejor entre las láminas. Finalmente, se aprieta la tornillería.

10. Cuidado de los neumáticos

Los dos puntos fundamentales que hay que tener en cuenta son: Que la presión sea la debida y que el eje delantero tenga la alineación correcta.

Entre una presión un poco exagerada (2 a 3 décimas de atmósfera) o bien que sea inferior a la que requiere el neumático, es preferible la primera debido a que una de las causas que más arruinan los neumáticos es mantenerlos a una presión inferior a la aconsejada por el fabricante. La presión siempre debe tomarse cuando el neumático está frío, pues al calentarse se produce una dilatación del aire comprimido en la cámara y la presión aumenta.

Si después de haber viajado, y, además, si el tiempo es caluroso, en cuyas circunstancias la cámara recibe calor del pavimento, si se mide la presión se observará que es bastante más elevada que la debida, pero, no debe disminuirse la presión dejando escapar aire de la cámara porque luego al enfriarse, se tendrá una presión inferior a la debida.

Caso de producirse un pinchazo en un neumático es necesario detener cuanto antes el coche y colocarlo a un lado del camino, procediendo al cambio de la rueda por la de repuesto.

Debe aprovecharse esta circunstancia para revisar los lados y la superficie de contacto con el suelo sacando todo cuerpo extraño que se haya clavado o incrustado: trozos de vidrio, clavos, etc., que luego se cierran dentro del caucho y van penetrando hasta que llegan a hacer contacto con la cámara y producen un reventón.

Si alguna vez descubre un clavo incrustado y el neumático sigue inflado, no trate de sacarlo hasta que tenga una rueda de recambio, pues a veces sucede que ese objeto punzante no llega aún a la cámara, o bien, si ya ha producido una pequeña perforación, el mismo objeto sirve para impedir que se escape el aire comprimido.

Cuando viaje por caminos difíciles, con baches, piedras y otros obstáculos, maneje de tal manera que los neumáticos no reciban estos golpes bruscos porque si ya están algo endurecidos, se agrietan.

No pase por las curvas a grandes velocidades porque entonces se somete a los neumáticos y al tren delantero a un esfuerzo lateral que, en muchos casos puede llegar a ser peligroso.

Evite ir por las huellas, especialmente si hay barro seco, porque al encajarse las gomas se producen fuertes rozamientos en las partes laterales (que son las más delgadas) arruinándose bien pronto los neumáticos.

11. **Cuidado de las correas**

El generador de electricidad, el ventilador y la bomba de circulación del agua de refrigeración, son accionados por el motor del coche, mediante correas especiales, trapezoidales, que hacen girar los ejes de los dispositivos mencionados.

Estas correas deben vigilarse con la mayor atención. Si, por ejemplo, se rompe la que acciona la bomba de agua, entonces el motor térmico deja de refrigerarse, el agua de enfriamiento entra en ebullición, la temperatura de las paredes de los cilindros, los aros y los pistones se calientan excesivamente, pudiendo ocurrir las más graves consecuencias para el bloque motor.

La tensión de estas correas debe ser tal que si con un dedo se aprieta en la mitad de su longitud debe flexarse unos 12 mm. Si están demasiado tirantes se produce un exceso de esfuerzo lateral contra los ejes de las poleas mientras que si están flojas

resbalan en la garganta de las poleas y el mecanismo que accionan deja de funcionar.

12. Guardando el coche varios meses

Cuando es necesario tener inactivo un automóvil durante algunos meses, o más de un año, es necesario tomar una serie de precauciones, porque si se dejase tal como está, cuando se quisiese volver a poner en marcha, se vería que diversos órganos se habrían puesto fuera de las condiciones normales de funcionamiento. Proceda, sistemáticamente, en la forma siguiente:

a) Limpie bien el coche, por dentro y por fuera.

b) Engrasarlo completamente, cambiando el aceite, lo mismo que del diferencial y del cambio de marchas.

c) Sacar toda el agua del sistema de refrigeración, radiador y block de cilindros, y cuando ya vea que no sale más agua por el robinete inferior del radiador, hacer funcionar unos instantes el motor para que la bomba expulse todo residuo de agua.

d) Vaciar completamente el depósito de gasolina, lo mismo que el carburador, para que no quede combustible en ninguna parte.

e) Limpiar bien los filtros, de aceite y de combustible.

f) Introducir dentro de los cilindros (a través de los orificios de las bujías) un poco de aceite denso, unas dos cucharadas en cada cilindro y después se dan unas cuantas vueltas al eje motriz (si es posible con la manivela) para que así los pistones en su movimiento unten bien las paredes de los cilindros con ese aceite.

g) Sacar la batería y entregarla a un taller especializado de confianza para que la desmonten, limpien, y rearmen cambiándole los separadores por otros nuevos, y luego la carguen lentamente, y la recarguen de vez en cuando hasta el momento de volverla a necesitar.

h) Levantar el coche sobre cuatro grandes tacos de madera, haciendo descansar sobre ellos los puntos adecuados del coche para que de esta manera los neumáticos no toquen en el suelo; con el coche así levantado se desinflan los neumáticos, aunque es preferible, en casos prolongados de tiempo, desmontarlos y guardar las cámaras cubriéndolas de talco y colocando las cubiertas en un lugar fresco y oscuro, que no sea húmedo ni muy ventilado.

i) Untar con vaselina neutra, o con grasa antioxidante, todas las partes metálicas no barnizadas.

j) Poner naftalina pulverizada sobre el tapizado y cubrirlo luego con celofán para evitar que se apolille y se ensucie.

k) Finalmente, tapar el coche con una lona o cubrecoche especial para que no se acumule tierra, etc. sobre la carrocería.

El coche puede guardarse bastante tiempo en estas condiciones sin que se deteriore. Cuando quiera volver a ponerlo en servicio proceda en forma inversa de la que se ha indicado y el coche volverá a funcionar.

Observaciones complementarias

Finalmente, a continuación se dan algunas notas aclaratorias de los temas tratados en este capítulo.

Nota primera

Para comprobar si el aceite tiene la limpieza necesaria puede procederse en la forma siguiente: Disponga de dos pequeños trozos de vidrio, de unos 3 cm es suficiente; limpiarlos bien y secarlos, una vez en estas condiciones poner algunas pocas gotas del aceite a comprobar sobre uno de los vidrios, ponga el otro encima y entonces con los dedos produzca un movimiento de rotación al vidrio de encima y observe:

a) Si se desliza suavemente, sin inconvenientes, el aceite está limpio y puede seguirse utilizando.

b) Si al deslizar los vidrios se notase que se produce como un efecto de rasguido, como si el aceite tuviese disuelto pequeñas partículas endurecidas, que hasta llegan a rayar los vidrios, el aceite tiene que ser desechado y cambiarse.

c) En casos que el aceite gastado estuviese bastante sucio, conviene, una vez sacado totalmente, bien escurrido (lo cual tiene que hacerse con el motor caliente para que el aceite tenga toda su fluidez) entonces conviene hacer un lavado del cárter y todo el circuito de lubricación, empleando aceite especial para este servicio. En el caso Fiat, tenemos el aceite de lavado L 20.

Nota segunda

Si no se obtuviese resultado con la regulación de aumentar la riqueza de la mezcla, continuando las fallas en el funcionamiento del motor, entonces la causa debe buscarse en el sistema de alimentación del combustible, siendo muy probable que el carburador está sucio y no funciona debidamente.

Nota tercera

En este libro, **Mecánica del Automóvil**, están reunidos muchos de los conocimientos relacionados con las otras obras de esta colección: "El Motor del Automóvil", que puede considerarse como la primera parte de este libro por lo que se refiere a la parte mecánica, así como de las otras obras, "Sistemas Eléctricos del Automóvil", y "Electrónica del Automóvil", que tratan totalmente la parte eléctrica.

Nota cuarta

Los cálculos que intervienen en estas obras se resuelven sabiendo Aritmética y Geometría. Si tuviese alguna dificultad, la "Aritmética Industrial" y la "Geometría Industrial", publicadas también por la Editorial Mundo Técnico, le resolverán totalmente estas dificultades.

INDICE